

Miikka Kyhyräinen

# Paloturvalliset järjestelmät korkean rakentamisen kohteissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

12.1.2015

Tekijä Otsikko	Miikka Kyhyräinen Paloturvalliset järjestelmät korkean rakentamisen kohteissa
Sivumäärä Aika	38 sivua + 4 liitettä 12.1.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	toimitusjohtaja Tapani Sahlström, Ins.tsto SIR-Sähkö Oy lehtori Jarmo Tapio
<p>Tässä insinöörityössä perehdyttiin paloturvallisten järjestelmien standardivaatimuksiin sekä tutustuttiin siihen, mitä asioita pitää ottaa huomioon eri turvajärjestelmissä, kun kohteena on korkea rakennus. Työssä käytiin läpi turvajärjestelmiä, jotka on tarkoitettu toimiviksi tulipalon aikana, parantaakseen henkilöturvallisuutta sekä helpottamaan pelastusviranomaisten pelastustöitä. Savunhallintajärjestelmään perehdyttiin tässä työssä muita järjestelmiä tarkemmin.</p> <p>Turvajärjestelmien lisäksi käsiteltiin palonkestävää johtojärjestelmää, turvajärjestelmien sähkönsaannin varmistamista vikatilanteissa, sekä miten turvajärjestelmät toteutetaan korkean rakentamisen kohteessa. Tässä työssä kohteena on Keilaranta Tower -rakennus.</p> <p>Insinöörityön ohella syntyi periaatekaavio varavoiman jakelusta, jota on tarkoitus hyödyntää, kun suunnittelutyöt virallisesti alkaa kyseiseen kohteeseen. Tämän lisäksi syntyi taulukko eri turvajärjestelmien toteutuksesta Keilaranta Tower –rakennukseen.</p>	
Avainsanat	paloturvalliset järjestelmät, korkea rakentaminen

Author Title	Miikka Kyhyräinen Fire Protection Systems for High Construction Targets
Number of Pages Date	38 pages + 4 appendices 12 January 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineer
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Tapani Sahlström, President and CEO Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's thesis examines fire-safe systems together with the standard requirements, which must be taken into account in the different security systems, when the target is a high-rise building. Security systems focused on in this thesis, which are intended to operate during a fire, improve personal safety and facilitate rescue work. Smoke management systems are examined in more detail than other systems in this thesis.</p> <p>In addition fire-resistant cable systems, supply of electricity to security systems and the implementation of the systems in targets are discussed in this work. The Keilaranta Tower is used as a case-example.</p> <p>Schematic diagrams of the emergency power system were produced as a part of this thesis, to be used in the planning of the systems when the actual planning process of the target building begins. Additionally, a table of the implementation of the safety systems in the Keilaranta Tower was produced.</p>	
Keywords	fire-safe systems, high-rise building

# Sisällys

Tiivistelmä  
Abstract  
Sisällys

1	Johdanto	1
2	Keilaranta Tower -rakennus	1
3	Paloturvallisuusjärjestelmiin liittyviä standardeja, lakeja, määräyksiä ja ohjeita	3
4	Palo-osastointi ja paloluokat	4
4.1	Palo-osastointi	4
4.2	Paloluokat	6
4.2.1	Kaapelien paloluokat	7
4.2.2	Rakennusmateriaalien paloluokitus	7
5	Palon aikana toimivan johtojärjestelmän osat ja tarvikkeet	8
5.1	Kaapelihyllyt	9
5.2	Johtokanavat	9
5.3	Kaapelikiinnikkeet ja kiinnitystarvikkeet	10
5.4	Kaapelit	10
5.5	Jako- ja liitántärsiat	11
5.6	Palonkestävän johtojärjestelmän merkintä ja dokumentointi	12
5.7	Palonkestävän johtojärjestelmän toteutus Keilaranta Towerissa	13
6	Teholähteet	13
6.1	Akut	14
6.2	Varavoimageneraattori	15
6.3	Erillinen syöttö jakeluverkosta	15
7	Palon aikana toimivat paloturvallisuusjärjestelmät	15
7.1	Turvavalaistus	16
7.1.1	Poistumisvalaistus	16
7.1.2	Turva- ja poistumisvalaistuksen toteutus Keilaranta Towerissa	17
7.1.3	Poistumisreitit Keilaranta Towerissa	17
7.1.4	Simulex -poistumisaikalaskelmat	19
7.2	Paloilmoitinjärjestelmä	23

7.2.1	Paloilmaisimien tyypit	23
7.2.2	Paloilmoitinjärjestelmän toteutus Keilaranta Towerissa	25
7.3	Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä	25
7.3.1	Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmän toteutus Keilaranta Towerissa	26
7.4	ST 51.06 -esimerkkitaulukko järjestelmien toteutuksesta	26
8	Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä ja sen toteutus	27
8.1	Savunpoistotasot	28
8.1.2	Savunpoistotaso 2	28
8.1.3	Savunpoistotaso 3	29
8.2	Savunpoistolaitteiston vaatimukset	29
8.2.2	Savusulut	30
8.2.3	Savunpoistoikkunat ja -luukut	30
8.2.4	Savunhallintapellit	31
8.2.5	Savunpoistopuhaltimet	31
8.3	Savunhallintajärjestelmän sähkönsyöttö	31
8.4	Savunpoistojärjestelmän toimintavarmuus	32
8.5	Savunpoistojärjestelmän toteutus Keilaranta Towerissa	33
9	Palomieshissi	34
10	Pelastusviranomaiset	35
11	Yhteenveto	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Keilaranta Tower -rakennuksen palo-osastointi	
	Liite 2. Varavoimajärjestelmän periaatekaavio	
	Liite 3. Taulukko eri järjestelmien toteutuksesta	
	Liite 4. Palotekninen suunnitelma	

## 1 Johdanto

Tämän insinööritoimiston aihe on saatu Insinööritoimisto SIR-Sähkö Oy:ltä. SIR-Sähkö Oy on perustettu vuonna 1992, ja se tarjoaa sähköisen talotekniikan suunnittelu-, konsultti- ja toteuttajapalveluita. Keilaranta Tower -rakennuksen rakentaminen olisi tarkoitus aloittaa vuoden 2015 alkupuolella, mutta SIR-Sähkö Oy on tehnyt kohteeseen hanke-suunnittelua jo usean vuoden ajan.

Tämän työn tavoitteena oli perehtyä paloturvallisten järjestelmien vaatimuksiin, koska parin viime vuoden aikana turvajärjestelmien ST-kortteihin sekä standardiin SFS 6000-5-56 on tullut muutoksia sekä tarkennuksia vaatimusten suhteen. Tehtävänä oli kiinnittää huomiota, että mitä erityisvaatimuksia näiden järjestelmien kohdalta löytyy korkean rakentamisen kohteissa, joka tässä tapauksessa on Keilaranta Tower -rakennus. Opin- näytetyössäni on kerrottu eri turvajärjestelmien tärkeimpiä vaatimuskohtia, joihin on syytä kiinnittää huomiota suunnittelun aikana. Jokaisen paloturvallisen turvajärjestelmä kappaleen perässä on kerrottu miten järjestelmä mahdollisesti toteutetaan Keilaranta Tower -rakennuksessa. Savunpoistojärjestelmään on keskitytty turvajärjestelmistä tarkemmin verrattuna muihin järjestelmiin, koska se on kohteen turvajärjestelmistä aikaa vievin ja mielenkiintoisin suunnittelun sekä toteutuksen kannalta.

Koska Suomessa korkea rakentaminen on vielä harvinaista mutta nouseva trendi, insinööritoimiston tarkoituksena on toimia paloturvallisten järjestelmien tiivistelmänä Insinööritoimisto SIR-Sähkö Oy:lle, jota voitaisiin hyödyntää vastaavankaltaisissa kohteissa tulevaisuudessa, jotta ei pääse käymään kuten elokuvassa Liekehtivä torni. Insinööritoimiston ohella tein taulukon kohteen eri turvajärjestelmistä, jota voidaan hyödyntää jatko-suunnittelu vaiheessa kuten myös taulukon lisäksi tehtyä varavoimajärjestelmä periaatekaaviota. [1.]

## 2 Keilaranta Tower -rakennus

Keilaranta Tower on suunnitteilla oleva toimistorakennus yritysalueelle Espoon Keilaniemeen Länsiväylän varteen. Monet korkean teknologian ja energia-alan yritykset kuten Microsoft, Kone ja Neste Oil, ovat sijoittuneet kyseiselle alueelle. Rakennuksesta

kaavaillaan energiayhtiö Fortumin pääkonttoria, jonka nykyinen Keilaniemessä sijaitseva pääkonttori ja nykyisin Suomen korkein toimistorakennus on tarkoitus muuttaa asuntokäyttöön. Alue on hyvien liikenneyhteyksien varrella ja Länsimetron valmistuessa Keilaniemen alueesta tulee entistään houkuttelevampi rakennuskohteille.

Rakennustöiden oletetaan nopeimmillaan kestävän kolme vuotta ja valmistuessaan Keilaranta Towerissa on noin 3000 työpistettä, 26 kerrosta toimistokäyttöön, kolme kerrosta teknisiä tiloja sekä neljä kellarikerrosta ja korkeutta noin 120 metriä, jolloin rakennuksesta tulee Suomen korkein toimistorakennus.

Rakennus on Suomen mittakaavassa erittäin korkea sekä sijaintinsa takia se on haasteellinen niin suunnittelijoille kuin rakentajallekin. Suomessa on alettu rakentamaan ja suunnittelemaan viime vuosina pilvenpiirtäjänmuotoisia rakennuksia, kuten Tampereelle valmistunut Sokos Hotel Torni sekä Jätkäsaareen Tornihotellille on haettu rakennuslupaa. Tämän tyyliin rakennuksissa täytyy heti alkuvaiheesta lähtien selvittää asioita, joita pitää ottaa erityisesti huomioon muun muassa rakennuksen heilumista tuulen takia ja paloturvallisuusjärjestelmien toteuttamista, jotta ihmiset saadaan rakennuksesta hätätilanteessa turvallisesti ulos. Korkean rakentamisen ohjeistoja on alettu vasta laatia kuntatasolla.

Rakennuksen suunnittelussa, toteutuksessa ja tulevassa käytössä korostetaan ympäristöystävällisiä ratkaisuja. Toimistorakennukselle haetaan LEED-ympäristösertifikaattia. Jotta LEED-sertifiointi myönnetään, siihen tarvitaan riippumaton kolmas osapuoli US Green Building Council (USGBC) arvioi kohteen kriteerien mukaisesti.

Projektien alussa asetetaan tavoitteeksi, että mitä neljästä eri LEED-sertifiointitasosta (Certified, Silver, Gold ja Platinum) tavoitellaan. Keilaranta Tower -rakennukseen tavoitellaan kultatasoa. Kuvassa 1 esitetään arkkitehdin hahmotelma toimistorakennuksesta. [2; 3.]



Kuva 1. Keilaranta Tower; taustalla Fortumin nykyinen pääkonttori [3]

### **3 Paloturvallisuusjärjestelmiin liittyviä standardeja, lakeja, määräyksiä ja ohjeita**

Suomen sähköalaa säätelee erittäin tarkasti erilaiset standardit, lait, määräykset, ohjeistot ja asetukset. Jotta ala pysyy turvallisena tekniikan kehittyessä, kaikkia näitä päivitetään ja uusitaan vastaamaan nykyajan tarpeita ja lisäämään turvallisuutta.

Paloturvallisuusjärjestelmiin liittyvät, muun muassa

- sähköturvallisuuslaki
- pelastuslaki
- Suomen rakentamismääräyskokoelma osat E1-E9, sekä osa A2
- sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta
- Standardi SFS 6000-5-56, Osa 5-56: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät.



- ST-ohjeisto 1 Paloilmoittimien suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito 2009.
- ST 51.06 Palonkestävä johtojärjestelmä sekä palon aikana toimiviksi tarkoitetut sähkö ja tietotekniset järjestelmät
- ST 51.17 Sähkökaapelit ja paloturvallisuus
- ST 59.10 Turvavalaistus ja poistumisopasteet. [4.]

Sähkötietokortisto on sähköalan ammattihenkilöiden ylläpitämä ammattitietolähde. ST - kortisto opastaa standardien ja määräysten mukaisiin ratkaisuihin ja toimintatapoihin. Sähkötietokortiston tehtävänä on helpottaa käytännön työtä esimerkein, lomakkein ja muistilistoin. [5.]

## **4 Palo-osastointi ja paloluokat**

### **4.1 Palo-osastointi**

Palo-osaston ideana on estää palon ja vaarallisten savukaasujen leviäminen palo-osastosta toiseen. Tarkoituksena on turvata henkilöturvallisuus, rakennuksesta poistuminen, vähentää omaisuusvahinkoja sekä helpottaa pelastus- ja sammutustoimia.

Määräykset esittävät kolme eri osastointilajia: kerrososastointi, käyttötapaosastointi sekä pinta-alaosastointi. Kerrososastoinnin tarkoituksena on osastoida kerrokset omiin palo-osastoihin, mutta palo-osastot voivat käsittää myös useita kerroksia. Käyttötapaosastoinnissa tilat osastoidaan niiden käyttötapojen perusteella. Eli käyttötavaltaan erilaiset tilat ja palokuormaltaan suuret tilat osastoidaan omiksi palo-osastoiksi. Pinta-alaosastoinnissa palo-osaston koko määräytyy rakennuksen kerrosluvun, paloluokan, palovaarallisuusluokan ja suojaustason mukaan. [6; 7.]

## Palo-osastointi Keilaranta Towerissa

Keilaranta Towerissa noudatetaan osittain käyttötapaosastointia ja osittain kerrososastointia. Maanpäällisissä kerroksissa ei ole kerrososastointia, mutta kerrokset on savu-osastoituja toisistaan.

- Kellarikerrosten 1–4 pysäköintitila muodostaa palo-osaston, jonka kokonaispinta-ala on noin 27 950 m<sup>2</sup>.
- Kellarikerrosten varastot ja tekniset tilat ja varastot muodostavat kussakin kerroksessa oman palo-osaston.
- 1–7 kerrokset muodostavat palo-osaston, joka on kooltaan noin 18 000 m<sup>2</sup>.
- 8 kerroksesta aina kerrokseen 15 asti muodostavat kaksi kerrosta yhden palo-osaston, jonka pinta-ala on 3 300 m<sup>2</sup>.
- IV-konehuoneet sijaitsevat teknisissä kerroksissa T1, T2 ja T3. T1 sijaitsee 7. ja 8. kerroksen välissä ja T2 sijaitsee 15. ja 16. kerrosten välissä, sekä T3 joka sijaitsee kerroksen 26 yläpuolella. Pysäköintitilojen IV-koneet sijaitsevat kerroksittain kellaripysäköintitasoilla. IV-konehuoneet muodostavat kukin oman palo-osastonsa.
- Kerroksissa 16–25 kaksi kerrosta muodostaa palo-osaston samalla tavalla kuin 8–15 kerroksissa mutta kooltaan pienemmän, 1 740 m<sup>2</sup>.
- Kerros 26 on oma palo-osastonsa, mutta sen kerroksen hissiaula on osastoitu.
- Hissikuilut ovat samaa palo-osastoa kerroksen 26 hissiaulan kanssa. Alemmissä kerroksissa kukin hissiryhmä on palo-osastoitu.
- Palomieshissin hissikuilu on omana palo-osastona. Palomieshissin tarkempi kuvaus, katso 9 otsikko.
- Kellarikerrosten ja 1–2 kerrosten välillä kulkevat hissit ovat osastoitu kellarikerrosten tiloista ja kuuluvat 1–2 kerrosten kanssa samaan palo-osastoon.

- Yli 8-kerroksisen osan yksi porrashuone on palolta ja savulta suojattu ja muut porrashuoneet ovat palolta suojattuja uloskäytäviä. Kaikki muut porrashuoneet ovat uloskäytäviä. Porrashuoneet on jaettu osiin siten että maan alla kukin porrashuoneen neljä kerrosta muodostaa yhden palo-osaston. 7-kerrosta ja tekninen kerros muodostavat yhden palo-osaston. [8.]

Keilaranta Tower -rakennuksen palo-osastointi, katso liite 1.

## 4.2 Paloluokat

Vaadittava paloturvallisuustaso määräytyy paloluokan perusteella. Suomessa paloluokkia on kolme: P1, P2 ja P3.

Paloluokka määräytyy seuraavista kohdista:

- rakennuksen kerrosluku
- rakennuksen korkeus
- rakennuksen kerrosala
- rakennuksen käyttötapa
- rakennuksen suurin sallittu käyttötapa. [6.]

*Paloluokka P1:* Kun rakennuksen kuuluu paloluokkaan P1, sen oletetaan kestävän tulipalo sortumatta. Paloluokan määräytyvistä kohdista paloluokka P1:ssä ei ole rajoituksia, joten rakennuksen kokoa tai henkilömäärää ei ole rajoitettu.

*Paloluokka P2:* Rakennus, joka kuuluu paloluokka P2, paloteknisesti sen kantavien rakenteiden vaatimukset voivat olla matalampia kuin paloluokka P1:ssä. Turvallisuustaso saavutetaan P2-paloluokassa, kun asetetaan vaatimuksia pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille. Paloluokka P2:ssä on rajoituksia rakennuksen korkeuden ja henkilömäärien suhteen. Yleensä P2-luokan rakennukset ovat

kaksi kerroksisia mutta asuin- ja työpaikkarakennuksissa saa olla enintään kahdeksan kerrosta.

*Paloluokka P3:* Paloluokka P3:ssä riittävä turvallisuustaso saavutetaan rajoittamalla henkilömäärää ja rakennuksen kokoa. P3-luokassa ei aseteta erityisvaatimuksia rakennuksen kantaville rakenteille. Rakennus saa enintään olla kaksi kerroksinen mutta tuotanto- tai varastorakennuksissa kerroksia saa olla enintään yksi, jolla saa olla korkeutta enintään 14 metriä. [6; 7.]

Keilaranta Tower on paloluokaltaan P1. Paloluokka merkinnät ovat tasoja EI60 suureksi osaksi mutta muuntamot ovat EI120.

#### 4.2.1 Kaapelien paloluokat

Kaapelit on jaettu neljään paloluokkaan, katso taulukko 1, jotka kertovat, miten hyvin ne kestävät tulipalon:

Taulukko 1. Kaapelien paloluokitus [9]

F1	Yksittäinen kaapeli levittää paloa
F2	Yksittäinen kaapeli on paloa levittämätön
F3	Yksittäinen kaapeli on paloa levittämätön
F4	Käytetään tiloissa, joissa vaatimuksena on palon leviämisen estäminen

#### 4.2.2 Rakennusmateriaalien paloluokitus

Rakennusmateriaalit ovat luokiteltu omiin paloluokkiin, seitsemään pääluokkaan ja niiden luokkien lisäksi käytetään lisäluokkia s1, s2, s3, d0, d1 ja d2. Pääluokka kertoo, miten materiaali vaikuttaa palon syttymiseen ja leviämiseen, ja sivuluokat kertovat materiaalin kyvystä muodostaa liekehtiviä pisaroita. Paloluokat ovat määriteltä viiden eurooppalaisen palokoemenetelmän mukaan. [5.]

Taulukko 2. Rakennusmateriaalien paloluokitukset [6]

A1	Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon
A2	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu
B	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu
C	Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti
D	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävää
E	Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä
F	Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritelty
s1	Savuntuotto on erittäin vähäistä
s2	Savuntuotto on vähäistä
s3	Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia
d0	Palavia pisaroita tai osia ei esiinny
d1	Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti
d2	Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia

## 5 Palon aikana toimivan johtojärjestelmän osat ja tarvikkeet

Jotta turvajärjestelmät toimisivat myös tulipalon tai sähkökatkon aikana, tulee turvajärjestelmän soveltua rakennuksen yleisiin vaatimuksiin. Tiettyjä turvajärjestelmiä voidaan käyttää vaikka rakennuksella ei olisi erityisiä palonkestävyysvaatimuksia, joten näiden järjestelmien kaapelointien palonkestävyyksillä ei ole automaattisesti erityisvaatimuksia. Kaikissa laitestandardeissa ei ole otettu tätä huomioon, mutta jos rakenne hajoaa 15 minuutissa, niin turha vaatia palonkestävää johtojärjestelmää joka kestäisi 60 minuuttia.

Tietyille turvajärjestelmien laitteille on määritelty toiminta-ajat tulipalon sattuessa, joten näiden laitteiden kaapelointireittien, johtojärjestelmien jne. tulee olla vähintään niiden vaatimusten mukaisia. [10.]

## 5.1 Kaapelihyllyt

Hyllytyypit, joita yleensä käytetään palonkestävissä asennuksissa, ovat levyhylly, tikashylly ja lankahylly. Johtojärjestelmät ja kaapeloinnit tulee erottaa palonkestävissä sähköasennuksissa muista kaapeleista, joko etäisyyden tai suojauksen avulla. Tämä tarkoittaa sitä, että käytetään erillistä palon kestävä hyllyä tai sitten hyllyn jakavan väliseinän käyttöä yhteisessä hyllyssä. Riittävä etäisyys muiden järjestelmien kaapeleista on, joko kaapelin halkaisijan verran tai 50 mm, jos häiriösuojauksesta ei johdu suurempaa vaatimusta. Palonkestävä kaapelihylly on pyrittävä sijoittamaan ylimmäksi, jotta tulipalon aikana putoavat materiaalit kuten toiset hyllyt eivät pudota palonkestävää hyllyä alas, jolloin turvajärjestelmät toimintavarmuus vaarantuisi. Hyllyjärjestelmän toimittajan ilmoittamista tiedoista tulee käydä ilmi suurin palonaikainen kuorma hyllymetriä kohti, asennustukien välinen maksimiasennusväli sekä hyllylle asennettavien kaapeleiden kiinnitystarve.

Palonkestävien hyllyjen mitoituksessa tulisi varmistaa, että niihin voidaan myöhemmin lisätä 30–50 % lisäkuorma. Lisäksi on syytä huomioida hyllyjen lämpölaajeneminen. Palonkestävät hyllyt tulee myös merkitä, jotta jälkeempäin kyseiselle hyllylle ei kukaan asenna muita kuin paloturvajärjestelmien kaapeleita. [11.]

## 5.2 Johtokanavat

Jotta johtokanava on palonkestävä, sen on vastattava johtokanavastandardin SFS-EN 50085 ja palonkeston vaatimuksia. Jos valmistaja on testannut johtokanavan palonkestäväksi tavallisilla kaapeleilla, tällöin rakennuksen johtokanavassa voidaan myös käyttää tavanomaisia asennusjohtoja ja -kaapeleita.

Johtokanavien valmistajien tulee testata palonkestävät johtokanavat standardin EN-1363-1 vaatimusten mukaisessa lämpötilassa, jonka perusteella niille annetaan EI-luokitus. [4; 10.]

### 5.3 Kaapelikiinnikkeet ja kiinnitystarvikkeet

Teräksisen kaarikiinnike- tai asennuskiskoon asennettava kaarikiinnike sekä yksittäisille kaapeleille ja kaapelinipuille tarkoitetut kaapelikiinnikkeet ovat yleisimmät kaapelikiinniketyypit, joita käytetään palonkestävissä asennuksissa. Toimittajan tai valmistajan täytyy ilmoittaa, minkä kokoisen kaapelin ja kuinka monen kaapelin kiinnittämiseen kyseinen kiinnike soveltuu.

Sallittua on myös käyttää teräsputkea palonkestävissä asennuksissa. Ilman erillistä suojausta alumiini ei materiaalina sovi palonkestävään asennukseen. Kaapelimäärä ja -kuormitus on otettava huomioon putken mitoituksessa sekä kiinnityksessä. Kiinnityksessä voidaan esimerkiksi käyttää yksittäiskaapelille sopivaa kiinnitystä.

Kiinnitystarvikkeissa täytyy noudattaa samoja materiaalivalintoja, kuin kaapelikiinnikkeissä. Teräksiset tarvikkeet yleensä täyttävät palonkestävyysvaatimukset, joten niitä tulee käyttää hyllyjen, kiskojen, kannakkeiden, putkien ym. kiinnityksessä. [10.]

### 5.4 Kaapelit

EU:ssa kaapelien palokäyttäytyminen pitää testata EN-standardien mukaisilla poltto-koestuksilla. IEC-standardien polttestuksia käytetään maailmanlaajuisesti, ja ne ovat

- itsestään sammuvat kaapelit
  - yksittäispolttokoe (IEC / EN 60332-1 ja -2)
- nippuna itsestään sammuvat kaapelit
  - nippupolttokoe (IEC / EN 60332-3)
- vähäisen savunmuodostuksen omaavat kaapelit
  - savukuutiopolttokoe (IEC / EN 61034)

- palonkestävät kaapelit
  - turvakaapelipolttokoe (IEC 60331 –sarja, EN 50200 ja EN 50362)
- mineraalieristeiset palonkestävät kaapelit IEC 60702-1 ja 60702-2.

Palonkestävät kaapelit nimetään FRHF-etuliitteellä, joka tulee sanoista Fire Resistant Halogen Free, eli palonkestävä halogeeniton kaapeli. Kyseiset kaapelit eroavat muista kaapeleista värin perusteella. Palonkestävät kaapelit ovat väritään joko punaisia tai oransseja. Eroavaisuus palonkestävissä kaapeleissa tavallisiin kaapeleihin on värin lisäksi myös, se että niiden toimintakyky säilyy tulipalossa pidempää ja ne muodostavat vähemmän savua verrattuna tavallisiin kaapeleihin. Palonkestävä kaapeli ei kuitenkaan kestä tulipaloa ikuisuutta, vaan ne kestävät yleensä turvajärjestelmille vaaditun ajan verran mutta silti paremmin kuin tavallinen MMJ -kaapeli.

On hyvä huomioida, kun valitsee kaapeleita palonkestoa vaativiin kohteisiin, että kuparijohtimella on parempi palonkesto kuin alumiinijohtimilla. Sen takia alumiinia ei voida käyttää kaapeleissa, koska kuparin sulamispiste on noin 1 080 °C, kun taas alumiinin on noin 660 °C.

Kun mitoitetaan palonkestäviä kaapeleita, tulee ottaa huomioon palon aikana kasvava ympäristön lämpötila, koska kuparin sähkönjohtokyky alenee ja resistiivisyys kasvaa lämpötilan noustessa.

Palonkestävää kaapelia asennettaessa on hyvä jättää kaapeliin ylimääräistä pituutta, jotta rakenteissa tapahtuvat muodonmuutokset eivät vaurioittaisi kaapelia tulipalon aikana. [7; 10.]

## 5.5 Jako- ja liitántärsiat

Kun valitaan jako- ja liitántärsioita palonkestävään johtojärjestelmään täytyy ottaa huomioon seuraavat asiat. Rasioina saa käyttää kestopuovisia (ABS, PS, PC, PP, duramuovi jne.), alumiinisia tai messinkisiä, ainoastaan jos on osoitettu että niiden toimintakyky säilyy tarvittavan ajan. Palonkestävien rasioiden ero tavalliseen rasiaan on



se, että vaikka palonkestävässä rasiassa rasia sulaa ympäriltä, sen liitinrima pysyy paikallaan, jolloin sähkönsyöttö ei katkea.

Rasian täytyy kestää vähintään yhtä kauan, kuin laitteilta on vaadittu. Palonkestävät jako- ja liitántärsiat luokitellaan E-luokkiin, kun ne on testattu standardin EN-1363-1 mukaan. Rasian E-merkintä kertoo kuinka pitkän toiminta-ajan rasialle on luvattu tulipalon aikana.

Rasioihin, jotka ovat testattuja, ei saa tehdä muutoksia. Asennuksissa täytyy noudattaa tietoja, jotka valmistaja on ilmoittanut testauspöytäkirjassa, kuten liittimien alle kytkettävien johtimien määrä. [10.]



Kuva 2. Palonkestävä jakorasia [11]

## 5.6 Palonkestävän johtojärjestelmän merkintä ja dokumentointi

Palonkestävä johtojärjestelmä ja palonkestävien turvajärjestelmien laitteistot tulee merkitä selkeillä tunnistetiedoilla, kuten merkintäkilvellä.

Standardin SFS 6000 560.7.10 mukaan sähköturvallisuuteen liittyvistä asennuksista tulee olla käytettävissä piirustukset, joista käy selväksi tarkat sijaintitiedot:

- kaikista sähkölaitteista ja jakokeskuksista laitetunnuksineen

- turvajärjestelmien toimilaitteista ryhmäjohtotietoineen ja käyttötarkoituksineen
- turvajärjestelmien erityisistä kytkin- ja valvontalaitteista

Standardin SFS 6000 560.7.11 mukaan kaikista kulutuskojeista, jotka ovat liitetty turvajärjestelmien syöttöön kiinteästi, tulee olla laadittuna luettelo, jossa ilmoitetaan mitoitusvirrat, mitoitusvahvuudet, käynnistysajat ja -virrat. [10.]

### 5.7 Palonkestävän johtojärjestelmän toteutus Keilaranta Towerissa

Pääreiteille asennetaan oma hyllyjärjestelmä palonkestävälle johtojärjestelmälle. Hyllyjärjestelmä täyttää standardin EN 13501 -vaatimukset ja sen toimintakykyluokka on P60. Läpiviennistä tehdään suunnitelma, jonka rakennesuunnittelija hyväksyy. Palotekniset läpiviennit tiivistetään paloluokan täyttävällä suojamassalla, niin että kaapeleita voidaan myöhemmin lisätä helposti. Turvajärjestelmien kaapeloinnissa noudatetaan standardin SFS 6000 556.6.3 vaatimuksia, mikä edellyttää palonkestävien johtojärjestelmien käyttöä, mikäli järjestelmän tulee toimia palon aikana. [8.]

## 6 Teholähteet

Turvajärjestelmien teholähteiden tarkoituksena on taata palon aikana toimiviksi tarkoitetuille järjestelmille sähkön saanti palon aikana mahdollisimman pitkäksi ajaksi, vähintään järjestelmälle määritellyn toiminta-ajan verran.

Näiden turvajärjestelmien, joiden tulee säilyttää toimintakyky palotilanteissa, on täytettävä seuraavat vaatimukset

- on valittava teholähde, joka pitää yllä sähkönsyöttöä riittävän pitkän aikaa
- laitteilla on oltava, joko laiterakenteen tai asennuksen avulla saatu palonkestävyys riittävän pitkän ajan.

Turvajärjestelmien sähköinen teholähde on lisäys normaaliin sähkön syöttöön.

Turvajärjestelmien teholähteinä voidaan käyttää:

- akkuja
- paristoja
- normaalista syötöstä riippumattomia generaattoreita
- erillistä syöttöä jakeluverkosta, joka on tehokkaasti riippumaton syötöstä.

Teholähteen sijoittamiselle riittää normaali ammatti- tai opastettujen henkilöiden käytössä oleva ei-palovaarallinen tila, eli kyseessä voi olla tavallinen erillinen tekninen tila. Joten sijoituksen ei tarvitse olla palonkestävä eikä erillistä palonkestäviä koteleita tarvita. Turvajärjestelmien teholähteiden sijoituskohteissa täytyy olla riittävä ilmanvaihto, jolla estetään teholähteestä tulevien savun, pakokaasujen tai höyryn joutuminen sijoitustilan ulkopuolelle, alueelle jossa on ihmisiä. [12.]

## 6.1 Akut

Akkuun voidaan varastoida toistuvasti sähköenergiaa kemiallisessa muodossa, eli kyseessä on sähkökemiallinen energiavarasto. Akkua ladataan normaali tilan aikana sähköverkon kautta. Kun sattuu vikatilanne, akku alkaa syöttää virtaa turvajärjestelmille, jolloin taataa katkeamaton sähkösyöttö vikatilanteen ajan. Vikatilanteen päättyessä sähköverkko alkaa jälleen ladata akkuja, jotta ne ovat toimintavalmiina seuraavaa vikatilannetta varten. Akuston tulisi kyetä pitämään järjestelmä toiminnassa vähintään 72 tunnin ajan, jota kannattaa pitää suunnittelussa lähtökohtana vaikka standardi sallii tietyillä ehdoilla myös neljä tuntia.

Akustoja voidaan käyttää turvajärjestelmien varateholähteinä tilanteissa, joissa pääteholähde vikaantuu. Turvavalaistuksen teholähteenä voidaan käyttää suljettua lyijyakua. Lyijyakku on hyvä vaihtoehto, jos halutaan pitää hinta edullisena, eikä akun paino tai tila ole rajoittava tekijä. Suljetut akut voidaan sijoittaa akkukaappiin, joka voi sijaita

esimerkiksi toimistotiloissa tai vastaavissa, jos kyseessä on pienet akut. Akkukaappia koskevat samat määräykset kuin muitakin akkutiloja, ja akustot tulee olla sijoitettu kaappiin siten että niiden tarvittavat huoltotoimet pystytään suorittamaan helposti ja turvallisesti. Akkuasennusten tulee olla standardin SFS-EN 50272-2 mukaisia. [13; 14; 15.]

## 6.2 Varavoimageneraattori

Generaattorin on täytettävä standardin ISO 8528–12 vaatimukset sekä sen täytyy olla normaalista syötöstä riippumaton dieselkäyttöinen generaattori, jos sitä käytetään turvajärjestelmän teholähteenä. Generaattorin kapasiteettivaatimus on neljästä tunnista maksimissaan 72 tuntiin, eli käänteinen verrattu akustoon. Neljän tunnin täydellä antoteholla, generaattorin polttoainevarasto riittää pitämään rakennuksen henkilöturvallisuusjärjestelmät toiminnassa. Suunnittelussa pidetään lähtökohtana sitä, että generaattorikoneisto on varattu ainoastaan henkilöturvallisuusjärjestelmiin. Jos varavoimajärjestelmä palvelee muitakin rakennuksen sähkötarpeita, on sen mitoitus varakäyntiaikoihin mitoitettava asianomaisen tarpeen mukaisesti. Liitteessä 2 esitetään varavoimajärjestelmän periaatekaavio. [15.]

## 6.3 Erillinen syöttö jakeluverkosta

Erillisellä sähkön syötöllä jakeluverkosta tarkoittaa sitä, että turvajärjestelmille tulee erillinen syöttö jakeluverkosta, joka ei ole yhteydessä muihin rakennuksen sähköpiireihin. Tätä ei saa käyttää ellei pystytä takaamaan etteivät kaksi erillistä jakeluverkon syöttöä vioitu samaan aikaan. [10.]

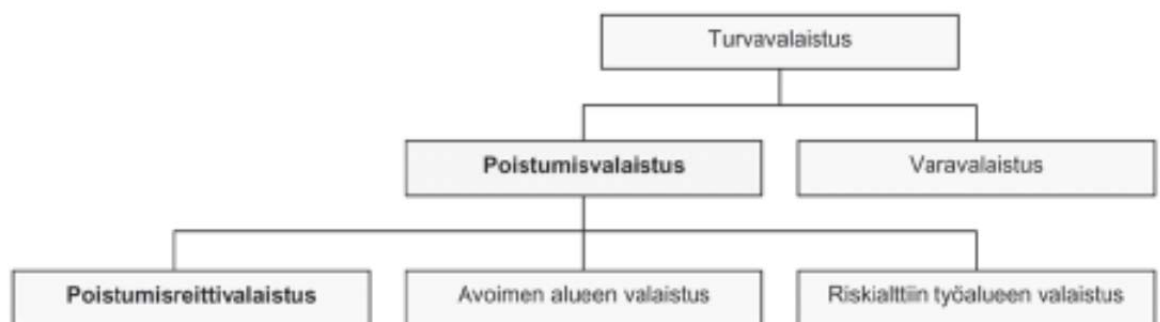
# 7 Palon aikana toimivat paloturvallisuusjärjestelmät

Rakennukset, joiden edellytetään toimivan tulipalon aikana, tulee olla tehty siten, että niiden toimintakyky säilyy tarvittavan ajan. Turvajärjestelmien tehtävänä on parantaa rakennuksessa olevien henkilöiden turvallisuutta ja mahdollistaa rakennuksesta poistuminen ja pelastuslaitoksen työskentely vikatilanteissa. [6.]

## 7.1 Turvavalaistus

Turvavalaistuksen tehtävänä on turvata ihmisten turvallinen poistuminen rakennuksesta hätätilanteessa, joten kyseessä on yksi tärkeimmistä kiinteistön turvajärjestelmistä. Turvavalaistuksen tulee olla jatkuvasti toimintavalmiudessa, joten turvavalaistuksella on normaalista sähkönsyötöstä riippumaton erillinen virransyöttö.

Turvavalaistus on jaettu poistumisvalaistukseen sekä varavalaistukseen, kuten kuvassa 3 esitetään. Varavalaistuksen tarkoituksena on turvata toiminnan jatkuminen normaalin valaistuksen vikatilanteissa. [16; 17.]



Kuva 3. Turvavalaistuksen erityismuodot [17]

### 7.1.1 Poistumisvalaistus

Poistumisvalaistus on osa turvavalaistusta, joka jaetaan vielä kolmeen eri kategoriaa: poistumisreittivalaistus, avoimen alueen valaistus sekä riskialttiin työalueen valaistus.

Poistumisreittivalaistuksen tarkoituksena on toimia viipymättä ja automaattisesti, silloin kun tehonsyöttö normaalille valaistukselle katkeaa sekä myös paikallisissa vikatapauksissa. Poistumisvalaistuksen tehtävänä on parantaa henkilöturvallisuutta valaisemalla turvalliset poistumisreitit ja ohjata ihmiset käytettäville uloskäytävälle. Valaistuksen on toimittava vaaditun ajan, joka määräytyy rakennuksen käyttötavasta, rakenteellisista ominaisuuksista, tilassa olevien henkilöstön valmiuksista ja muista poistumisturvallisuuden liittyvistä riskeistä.

Poistumisreittivalaistuksen vähimmäisvaatimuksena on toimia tunnin ajan, mutta jos poistumisjärjestelmät poikkeavat tavanomaisesta kannattaa harkita pidempää toimi-

misaikaa. Lisäksi vaatimuksena on, että enintään kahden metrin leveällä käytävällä vaakatason valaistusvoimakkuuden on oltava vähintään 1lx poistumistien keskilinjalla lattian tasossa. Jos poistumisreitin käytävän leveys on yli kaksi metriä, ne voidaan käsitellä kahden metrin levyisinä kaistaleina, tai ne voidaan valaista myös avoimen alueen vaatimusten mukaisesti. Valo- ja väriominaisuudet sekä muotovaatimukset esitetään standardissa SFS-EN 1838.

Valaistuksella tulee olla normaalista valaistuksesta poikkeava sähkönsyöttö, jotta poistumisreittivalaistuksen toiminta saadaan turvattua vikatilanteissa, eli järjestelmä tulee varmentaa joko keskusakustojärjestelmällä tai valaisinkohtaisilla teholähteillä.

Itsenäisesti toimivia valaisimia käytettäessä johtojärjestelmä ja kaapeloinnin palonkestoisuus vaatimukset eivät ole voimassa. Eli tämä koskee valaisimia, joissa on oma akku tai se on varustettu kondensaattorilla.

Turvavalaistusjärjestelmän johdotus tulee olla palonkestävä, jos keskusjärjestelmästä syötetään useampaa eri palo-osastoa. Mutta jos syötetään ainoastaan yhtä palo-osastoa, voidaan johdottaminen toteuttaa esimerkiksi kahdella eri ryhmällä MMJ-kaapelilla. [10; 18.]

#### 7.1.2 Turva- ja poistumisvalaistuksen toteutus Keilaranta Towerissa

Rakennuksessa turva- ja merkkivalaisimet tulee olemaan LED-lampullisia ja niiden kaapelointi tehdään palosuojatuin BMJ-FRHF-kaapelein. Vaihtoehtona on myös, että käytetään johdotonta järjestelmää, jossa valaisinkohtaisena varasähkölähteenä toimii kondensaattori ja valaisimien valvontajärjestelmä toimii langattomasti. Eri vaihtoehtojen soveltuvuus kohteeseen tutkitaan toiminnallisesti jatkosuunnittelu vaiheessa. [8.]

#### 7.1.3 Poistumisreitit Keilaranta Towerissa

Kohteessa poistumisreitien enimmäispituus uloskäytävään on pääosin alle 45 metriä. Kellarikerroksissa pisimmät poistumismatkat ovat noin 46–48 metriä.

Poistuminen tapahtuu kerroksissa 1–26 yhden savulta ja palolta suojatun porraskäytävän kautta, sekä palolta suojattujen porraskäytävien kautta. Ensimmäisessä kerrokses-

sa on kaksi ulos johtavaa ovea ravintolassa ja yksi lämpiössä, johon on yhteys myös 2.kerroksen avoportaasta kautta. 2–7 kerroksissa on käytössä neljä porraskäytävää ja 8–15 kerroksissa on yksi porraskäytävä vähemmän, eli kolme porraskäytävää. Kerroksissa 16–25 on käytössä kaksi porraskäytävää. Kellarikerroksissa on viisi osastoitua uloskäytävää. Kahdesta auditoriosta poistuminen järjestetään vähintään kahden toisistaan riippumattoman poistumisreitistä kautta.

Poistumisportaiden suunnittelussa otetaan huomioon myös RakMK osan F2 vaatimukset. Jokainen kerros muodostaa oman poistumisalueen, ja seuraavassa taulukossa on esitetty rakentamismääräyskokoelman E1:n mukainen laskennallinen kaistanleveysvaade poistumisalueille sekä toteutettava kaistanleveys. Kuvassa 4 esitetään Keilaranta Tower -rakennuksen uloskäytäväleveydet. [8.]

Poistumisalue	Henkilömäärä (arvio)	RakMK E1:n mukainen LASKENNALLINEN kaistanlev.	Toteutuva kaistanleveys
K4	281	2400 mm <sup>(3)</sup>	6000 mm
K3	281	2400 mm <sup>(3)</sup>	6000 mm
K2	281	2400 mm <sup>(3)</sup>	6000 mm
K1	276	2400 mm <sup>(3)</sup>	6000 mm
1. kerros	n. 1100 <sup>(1)</sup>	8000 mm	10800 mm
2. kerros	n. 740 <sup>(2)</sup>	5600 mm	6000 mm
3. kerros	161	1600 mm <sup>(3)</sup>	4800 mm
4-7. kerros	182 / kerros	2000 mm <sup>(3)</sup>	4800 mm
8-15. kerros	126	1600 mm <sup>(3)</sup>	3600 mm
16-25. kerros	60	1200 mm <sup>(4)</sup>	2400 mm

- 1) Kerros on käyttötavaltaan kokoontumistilaa. Ravintolaan mahtuu enimmillään 600 hlöä. Ravintolan lisäksi kerroksessa on n. 1450m<sup>2</sup> muuta tilaa, jonka henkilömäärä on E1:n mukaisesti arvioituna 484 hlöä.
- 2) Kerros on käyttötavaltaan kokoontumistilaa sekä työpaikkatilaa. Kahvioon mahtuu enimmillään 120 hlöä ja auditorioon 150 hlöä. Muiden tilojen henkilömäärä on n. 470 (arvio, E1)
- 3) Todellinen kaistanleveysvaatimus on 1200 + 1200 mm
- 4) Todellinen kaistanleveysvaatimus on 1200 + 900 mm

Kuva 4. Uloskäytäväleveydet. [19]

Jos poistumisalueella työskentelee yli 60 henkilöä, kaistanleveyden tulee olla vähintään 1 200 + 1 200, vaikka vaatimus olisi laskennallisesti alhaisempi.

#### 7.1.4 Simulex -poistumisaikalaskelmat

Arkkitehdin suunnitelmien perusteella tehtiin poistumisaikalaskelmat kohteesta. Seuraavissa laskelmissa on esitetty, miten ihmiset pääsevät poistumaan turvallisesti rakennuksesta. Laskentatyylejä oli kolme kappaletta:

- Laskenta 1, ihmiset poistuvat lähimmän poistumisoven kautta. Rakennukseen on lisätty 1 200 mm leveä poistumisporras 8 palvelemaan 2. ja 3. kerroksen poistumista. Laskennassa käytettiin henkilömääränä 5 284 ihmistä.
- Laskenta 2, kuten laskenta 1, mutta 1–3 ja 26. kerroksessa on tilamuutoksia ja lisäksi 26. kerroksen henkilömäärä on kasvanut. Laskennassa käytettiin henkilömääränä 5 322 ihmistä.
- Laskenta 3, kuten laskenta 1, mutta ihmisiä on vain kerroksissa 20–25. Laskennassa käytettiin henkilömääränä 473 ihmistä.

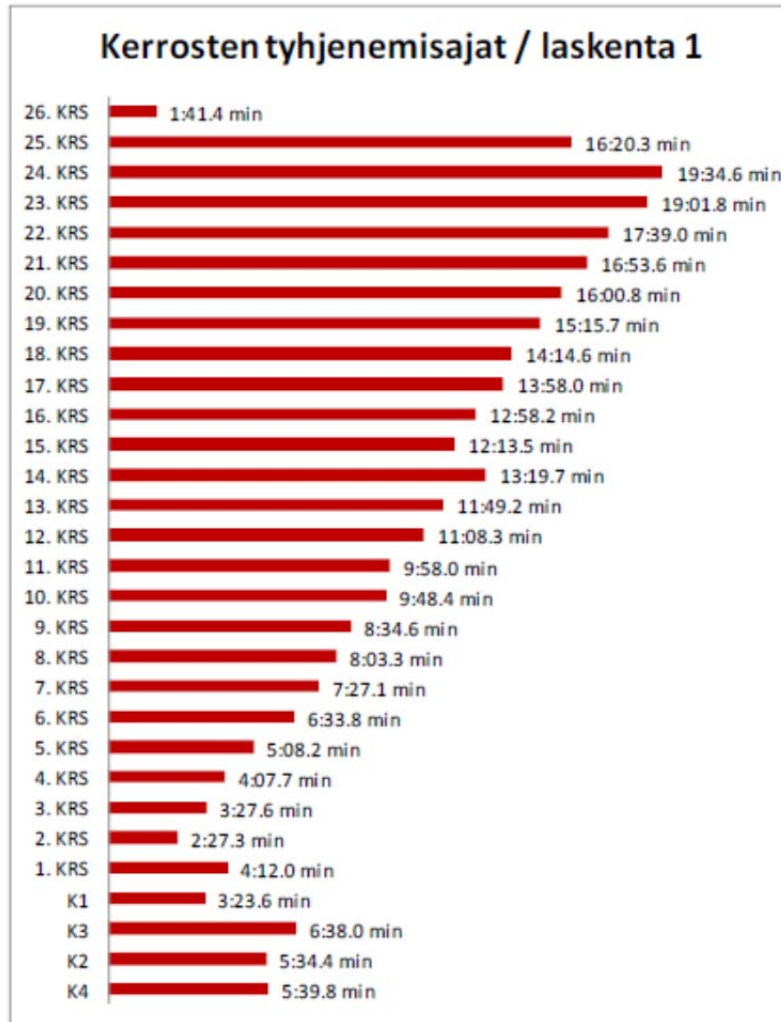
Simulex-laskentaohjelma on tietokoneohjelma, joka simuloi ihmisten poistumisen rakennuksesta. Ohjelman periaate on, että ihmiset poistuvat lähimmän poistumisoven kautta, on ovi sitten samassa kerroksessa tai eri. Ohjelmassa ihmisillä on erilaisia fyysisiä ominaisuuksia kuten koko, pituus ja liikkumisnopeus, mutta ei henkisiä ominaisuuksia kuten kykyä päättää, mitä poistumisovea käyttää. Simulex-laskentaohjelmassa ihmisten liikkumisnopeus esimerkiksi hidastuu tai pysähtyy kokonaan jonottaessa poistumisovelle.

Laskentaohjelmasta tuli seuraavanlaisia tuloksia ihmisten poistumisajoiksi eri laskentatyyleillä:

- Laskenta 1, poistumisaika 27:18.1 minuuttia
- Laskenta 2, poistumisaika 22:23.1 minuuttia
- Laskenta 3, poistumisaika 8:10.3 minuuttia



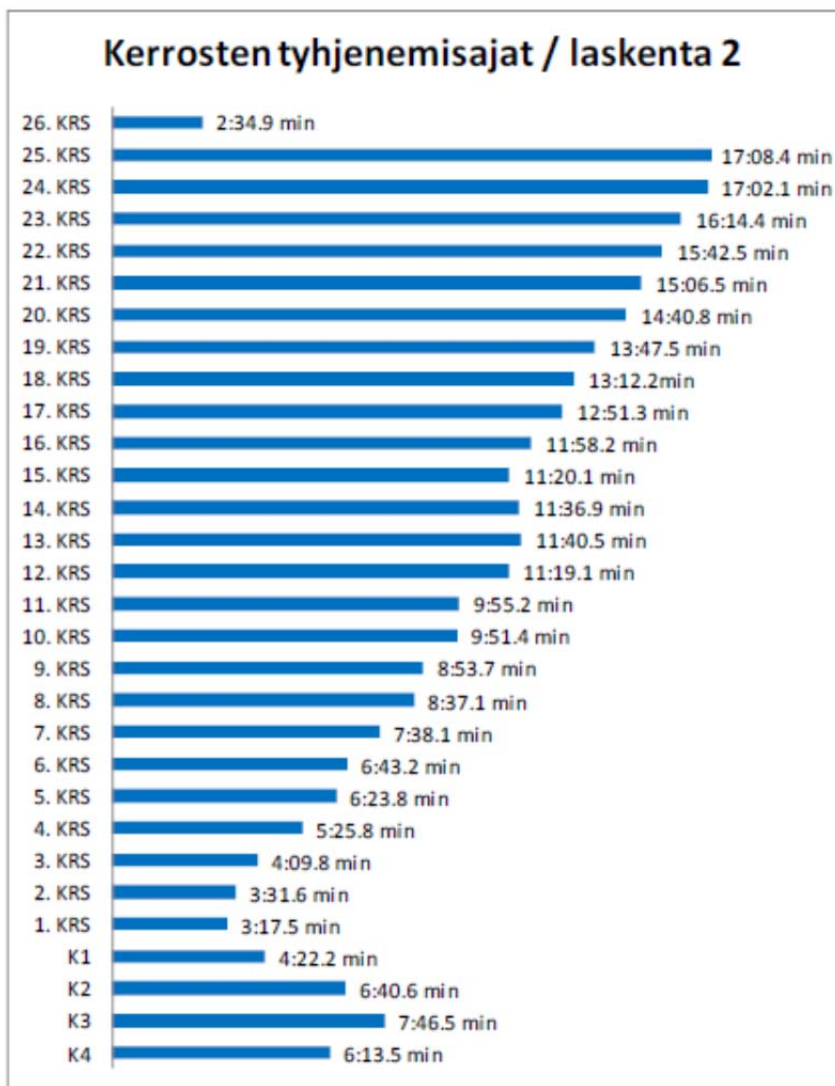
Kuvissa on esitetty kerrosten tyhjenemisajat, jolloin kunkin kerroksen viimeinen henkilö on siirtynyt poistumisportaaseen/ulos rakennuksesta. Kuvassa 5 esitetään laskenta yhden tyhjenemisajat kerroksista. [19.]



Kuva 5. Kerrosten tyhjenemisajat laskennassa 1 [19]

Kuten kuvasta 5 huomataan, että kerroksesta 26 poistutaan nopeimmillaan vajaassa kahdessa minuutissa, koska henkilömäärä 26 kerroksessa on pienempi kuin muissa. Kerros 26 on sauna- ja kabinettitila, kun muut ovat suunniteltu toimistokäyttöön. Hi-  
taimmillaan ihmiset poistuvat noin 19,5 minuutissa.

Kuvassa 6 esitetään laskenta kahden kerrosten tyhjenemisajat.



Kuva 6. Kerrosten tyhjenemisajat laskennassa 2 [19]

Laskennassa 2 ihmiset poistuivat nopeimmillaan noin 2,5 minuutissa ja hitaimmillaan noin 17 minuutissa. Tilamuutokset tekevät ihmisten liikkeestä sujuvampaan, jolloin ihmisten ei tarvitse odottaa niin kauaa portaiden tuntumassa, joten hitainta aikaa saadaan parannettua noin kahdella minuutilla.

Kuvassa 7 esitetään laskenta kolmen kerrosten tyhjenemisajat.



Kuva 7. Kerrosten tyhjenemisajat laskennassa 3 [19]

Laskennassa 3 ihmiset poistuvat nopeimmillaan noin kahdessa minuutissa ja hitaimmillaan noin neljässä minuutissa.

Kokonaispoistumisaika lasketaan havaitsemisaika + reagointiaika + laskennallinen aika seuraavasti:

- Havaitsemisaika  $t_a = 0,5$  minuuttia, kohteessa äänievakuointijärjestelmä liitettynä paloilmoitinjärjestelmään standardin EN 54 mukaisesti.
- Reagointiaika  $t_r = 1 \pm 0,5$  minuuttia, sisältyy laskennalliseen aikaan.
- Laskennallinen aika  $t_e = \text{Simulex-ohjelman laskennallinen aika}$ .
- Kokonaispoistumisaika  $t_{\text{kok}} = t_a + t_r + t_e = 0,5\text{min} + t_{e,r}$

Taulukko 1. Ihmisten kokonaispoistumisaikat [19]

	Laskennallinen poistumisaika	Kokonaispoistumisaika
Laskenta 1	27:18.1 minuuttia	27:48.1 minuuttia
Laskenta 2	22:23.1 minuuttia	22:53.1 minuuttia
Laskenta 3	8:10.3 minuuttia	8:40.3 minuuttia

## 7.2 Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmä antaa automaattisesti ja heti ilmoituksen alkavasta tulipalosta. Kyseinen järjestelmä koostuu ilmoitinkeskuksesta, teholähteestä, paloilmaisimista, hälyttimistä, paloilmoitinpainikkeista ja ilmoituksensiirtojärjestelmistä.

Paloilmoitinjärjestelmän kaapeloinnin ei tarvitse olla palonkestäviä, koska kyseisen järjestelmän kaapeleita saa asentaa vain valvotuille ja sammutuslaitteistolla suojatuille palo-osastoille. Palontorjuntajärjestelmien keskuslaitteet ja ohjauslaitteet kuten paloilmoitin, savunpoisto jne. tulee sijoittaa toistensa lähelle.

Järjestelmä on varustettava vähintään kahdella toisistaan riippumattomalla teholähteellä, kuten sähköverkolla ja akustolla esimerkiksi. Teholähteiden täytyy pystyä syöttämään paloilmaisinjärjestelmän tarvitseman sähkötehon, ja teholähteet saavat myös syöttää palontorjunta- ja informaatiojärjestelmiä, mutta tämä edellyttää sen että mitoituksessa on otettu huomioon niiden ottama teho.

Paloilmoitinjärjestelmää suunnitellessa suunnittelijoilla on käytössä ST-ohjeisto 1, Paloilmoittimien suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito, SFS:n julkaisu CEN/TS 54-14:fi sekä vakuutusalan CEA 4040:2008-04(fi). Paloilmoittimien toteutuspyytäkirjamenetelyssä määritellään kohdekohtaisesti sovellettava ohjejulkaisu. [20.]

### 7.2.1 Paloilmaisimien tyypit

Paloilmaisintyyppejä on erilaisia, ja niillä on omat käyttötarkoitukset, jolloin pystytään käyttämään tiettyjä ilmaisimia tietyssä tilassa. Ilmaisintyyppejä ovat savuilmaisimet, lämpöilmaisimet sekä yhdistelmäilmaisimet.

*Savuilmaisimet* reagoivat yleensä nopeammin kuin lämpöilmaisimet, mutta samalla ne saattavat olla herkempiä väärille hälytyksille, jos savuilmaisinta ei ole asennettu oikein tai on ohjelmoitu väärin. Savuilmaisimet on jaettu kolmeen eri ryhmään mittaustavan perusteella (näytteenotto-, piste- ja linjailmaisimet). Savuilmaisimia ovat muun muassa

- Optinen savuilmaisin reagoi, kun ilmaisimen sisällä olevassa mittauskammiossa valoheijastukseen aiheutuu häiriötä. Tällaista ilmaisinta kutsutaan O-ilmaisimeksi.

- Ioni-ilmaisain reagoi, kun palamisen yhteydessä vapautuu ilmaan palamistuotteita, jotka aiheuttavat ionisaatiovirran muuttumisen. Ilmaisinta kutsutaan I-ilmaisimeksi.
- Linjailmaisain reagoi, kun ilmaisimen lähettimen ja vastaanottimen välinen valo vaimenee. Linjailmaisimia käytetään yleensä isoissa tiloissa, joissa savun on mahdollista levitä suurelle alueelle.

*Lämpöilmaisimet* reagoivat silloin, kun liekit yltävät kolmasosan korkeudelle lattiasta kattoon. Lämpöilmaisimia on kaksi eri tyyppiä, piste- ja linjailmaisimia. Pisteilmaisimien toiminta perustuu ilmaisimelle asetettuun ylärajaan tai muutosnopeuteen. Linjailmaisimien toiminta perustuu kun ilmaisin muuttaa muotoaan kuumuudesta johtuen, esimerkiksi lämpöilmaisinkaapeli. Lämpöilmaisain tyyppejä ovat muun muassa

- Maksimaali-ilmaisain, joka reagoi kun lämpötila ylittää ilmaisimelle asetetun toimintalämpötilan. Tällöistä ilmaisinta kutsutaan M-ilmaisimeksi.
- Differentiaali-ilmaisain, joka reagoi, kun ilmaisimessa lämpötila nousee tietyn verran tietyn ajan kuluessa. Tällöistä ilmaisinta kutsutaan D-ilmaisimeksi.
- *Lämpöilmaisinkaapeli* reagoi, kun valokuidussa tapahtuu pulssivaimentuma palopaikan kohdalta. Lämpöilmaisinkaapeleiden keskuslaite lähettää kuituun laserpulsseja ja lineaarisen vasteen takia laserpulssien vaimentumakohta pystytään mittaamaan keskuslaitteelta.

*Yhdistelmäilmaisimissa* on yhdistetty kahden tai useamman ilmaisimen ominaisuuksia, jolloin voidaan paremmin erottamaan todelliset hälytykset ja virheelliset hälytykset.

- Yhdistelmäilmaisain, esimerkiksi lämpöilmaisimesta sekä savuilmaisesta koostuva, jolloin toiminta perustuu niiden perusteella ja joiden mukaan antaa hälytyksen. Tällöistä ilmaisinta kutsutaan Y-ilmaisimeksi.

- Differentiaalimaksimaali-ilmaisimien on M-ilmaisimen ja D-ilmaisimen yhdistelmä. Tällöistä ilmaisinta kutsutaan DM-ilmaisimeksi. [20; 21]

### 7.2.2 Paloilmoitinjärjestelmän toteutus Keilaranta Towerissa

Keilaranta Tower varustetaan automaattisella, osoitteellisella paloilmoitinjärjestelmällä. Paloilmoitinkeskus sijoitetaan portaan 1 luo sekä paloilmoitin näyttölaite sijoitetaan vastaanottotiskin luo. Paloilmoitin toteutetaan kellarikerrosten pysäköintihalleissa sprinkleriä täydentävänä ja paloilmoittimien tiheys on  $1/200 \text{ m}^2$ . Sijoitustiheyden tulee olla kerroksissa paloilmoitinsuunnitteluohjeiden mukainen. Ulkoseinän avointen katosten paloilmoittimen ilmaisimien osoitteellisuudesta voidaan poiketa ja ne voidaan ryhmitellä periaatteella 1 osoite/katos.

Palokellojen kaapelointi toteutetaan omana kaapelointinaan palolta suojattuna rakenteena. Paloilmoittimen toteutuspöytäkirja ja toteutussuunnitelma tulee hyväksyttävä erikseen paloviranomaisella. [8.]

### 7.3 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä

Järjestelmän tarkoituksena on tuoda tajuttava tieto henkilöille suojelevien toimenpiteiden aikaansaamiseksi määritetyllä alueella. Yleisimmät rakennukset, joissa järjestelmää käytetään, ovat kohteet, joissa henkilömäärät ovat suuria, kuten koulut, myymälät, rautatie- ja lentoasemat, kauppakeskukset, sairaalat, tehtaat ja toimistorakennukset. Esimerkki poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmästä on evakuointikäskyn antaminen.

Poistumis- ja turvakuulutusjärjestelmästä ei ole vielä omaa ST-korttia. ST-ohjeisto on nykyään tekeillä, mutta siihen asti tulee noudattaa voimassa olevaa normistoa SFS-EN 60849 sekä ST -korttia 51.06. Standardi SFS-EN 54 antaa vaatimuksia, jos äänievakuointijärjestelmä on kytketty osaksi paloilmoitinjärjestelmää, tällöin tulee noudattaa kyseistä standardia. Jos äänievakuointi on yhteydessä paloilmoitinjärjestelmään, niin äänievakuointi reagoi saman tien paloilmoitinjärjestelmän hälytykseen.

Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmässä keskusyksikön, päätevahvistimen alakeskuksien, hätäpainikkeiden, hätäkäytön kuulutuskojeiden sekä järjestelmään tule-

vien ja lähtevien ohjauksien johtojärjestelmien sekä sähkönsyöttöjen tulee olla palolta suojattuja. Äänievakuointikeskuksen ja teholähteen välisessä liitännässä tulee olla kaksi siirtotietä, jotta yhden siirtotien katkos tai oikosulku ei estä tehosiöttöä vahvistinkeskukseen, jos äänievakuointikeskus on suunniteltu käyttämään erillisessä kotelossa olevaa teholähdettä. Jos kuulutuslaitetta syötetään kahdesta eri teholähteestä, standardin SFS 6000-5-56 560.6.2 mukaan toisesta teholähteestä tulevassa piirissä esiintyvä häiriötilanne ei saa estää toisen teholähteen oikeaa toimintaa tai heikontaa toisen teholähteen piirien suojausta.

Kaiutinlinjat ovat palo-osastoissa kahdennettu, joka on todettu riittäväksi varmennukseksi, jonka takia kaiutinlinjojen ei tarvitse olla palonkestäviä. Jos kaiutinlinja kulkee kahden eri palo-osaston läpi, palo-osaston ylittävän kaapelin täytyy olla palonkestävä.

Hätätilanteita varten järjestelmä täytyy varmentaa varavoimalähteellä, joka on yleensä tässä tapauksessa akku. Jos akkujen kapasiteetti laskee alle 80 prosentin, tulee järjestelmän antaa vika ilmoitus. [10; 22.]

#### 7.3.1 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmän toteutus Keilaranta Towerissa

Keilaranta Tower varustetaan äänievakuointijärjestelmällä, joka on kytketty osaksi paloilmoitinjärjestelmää, jolloin laitteiston tulee täyttää SFS-EN 54 -standardin vaatimukset. Laitteiston osalta noudatetaan SFS-EN 54 -standardia ja niihin osiin, joihin SFS-EN 54 -standardi ei ota kantaa, voidaan soveltaa standardia SFS-EN 60849. Äänievakuointijärjestelmän ohjaus tapahtuu samasta tilasta, jossa on paloilmoitinkeskuksen palokuntapaneeli sekä savunpoiston ohjauspaneeli. [8.]

#### 7.4 ST 51.06 -esimerkkitaulukko järjestelmien toteutuksesta

Turvajärjestelmiä suunnitellessa rakennuskohteisiin voidaan laatia ST 51.06 -kortin esimerkkitaulukko tyyllisen taulukon turvajärjestelmistä. Taulukosta käy ilmi järjestelmäkohtaisesti järjestelmien minimi toiminta-aika, valintaperuste/standardi, toteutusesitys/selvitys toiminnasta perustelut palonkestoisuus tarpeellisuudesta sekä paloviranomaisten kanta. Tällöin saadaan yksinkertainen ja helppo lukuinen tiivistelmä kiinteistön turvajärjestelmistä. Liitteessä 3 on Keilaranta Tower -rakennuksen taulukko eri tur-

vajärjestelmien toteutuksesta. Tämän liitteen avulla käydään keskustelut ja hyväksyttäminen pelastusviranomaisten kanssa. [10.]

## **8 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä ja sen toteutus**

Savunpoiston tarkoituksena on poistaa rakennuksesta haitallinen savu, joka vaikeuttaa rakennuksesta pelastumista ja palokunnantoimintaa. Tulipalon aikana syntyy paljon savua sekä myrkyllisiä palokaasuja, jonka takia on erittäin tärkeää saada savu pois rakennuksesta, henkilöturvallisuuden lisäämiseksi. Savunhallintalaitteiston tehtävänä on

- pitää poistumistiet ja sisääntuloreitit savuttomina poistumiseen tarvittavan ajan
- auttaa sammutustyötä muodostamalla savuttoman kerroksen
- pitkittää täyden palon vaiheen saavuttamista ja siten hidastaa palon kasvua
- suojata laitteita, kalustoa ja rakennuksen irtaimistoa savuvahingoilta
- pienentää rakennusosien lämpövaikutuksia palon aikana.

Vaativissa kohteissa suunnittelun tulee perustua riskikartoitukseen, joka tulee tehdä ennen varsinaista paloturvallisuussuunnitelmaa. Savunpoistojärjestelmän suunnittelun koordinoitavastuu kuuluu LVI-suunnittelijalle, mutta sekä sähkösuunnittelija että paloteknisellä suunnittelijalla on keskeinen rooli savunpoistojärjestelmän suunnittelussa. Palotekninen suunnittelija määrittää savunpoistojärjestelmän suunnitteluperusteet. [15.]



## 8.1 Savunpoistotasot

Savunpoistojärjestelmän suunnittelua helpottamaan on otettu käyttöön savunpoistotasot. Tasoja on kolme:

- Savunpoistotaso 1, laitteet avataan laitekohtaisesti palokunnan toimesta
- Savunpoistotaso 2, palokunta avaa laitteet helposti saavutettavasta paikasta
- Savunpoistotaso 3, laitteisto avautuu savulohkoittain automaattisesti esimerkiksi paloilmoittimen antaman hälytyksen perusteella.

Jos tarkoituksena on varmistaa ihmisten poistuminen rakennuksesta jo ennen pelastuslaitoksen saapumista, rakennuksessa käytetään savunpoistotason 3 laitteita. Tason 2 laitteita käytetään, kun tarkoituksena on helpottaa palokunnan sammutus- ja pelastustoimintaa. Tason 1 laitteita ovat esimerkiksi asuinhuoneistojen ja toimistohuoneiden ikkunat. [15.]

### 8.1.2 Savunpoistotaso 2

Se että savunpoisto saa toimintakäskyn käsin ohjattuna, kutsutaan sähköiseksi käsinohjaukseksi, eli yleensä sammutushenkilökunta ohjaa puhaltimia päälle ja pois savunpoiston ohjauskeskukselta tai -paneelilta. Luukkujen ryhmittely tulee suunnitella silloin, kun suunnitellaan savunpoiston ohjauskeskusta, luukut ryhmitellään savulohkojen mukaan.

Luukut varustetaan varmuudeksi yleensä myös lämpösulakkeilla käsinohjauksesta huolimatta, jotka voivat laukaista luukut automaattisesti, silloin kun lämpötila nousee niin korkealle, että avausmekanismi saattaa vaurioitua. [15.]

### 8.1.3 Savunpoistotaso 3

Automaattinen ohjaus tehdään savunpoistossa pääasiassa paloilmoittimen kautta ja se kannattaa tehdä kaksivaiheiseksi virhetilanteiden välttämiseksi seuraavasti:

- ensimmäisen paloilmaitimen ilmoituksesta tapahtuvat; esimerkiksi paloilmoitus hätäkeskukseen ja mahdolliseen paikalliseen turvavalvomon sekä mahdolliset kuulutukset
- Toisen paloilmaitimen ilmoituksesta (esimerkiksi sprinkleri tai pisteilmaisin) tapahtuu ohjaukset: savunpoisto käynnistyy kyseisessä savulohkossa, josta on tullut kaksi palonilmaisua, palo-ovet sulkeutuvat, savusulut laskeutuvat, ilmanvaihto pysäytetään paloalueelta, hissit ajetaan pakko-ohjauksella turvalliselle tasanteelle jne.

Yleensä automaattinen ohjausjärjestelmä toteutetaan koneellisessa savunpoistojärjestelmässä savunpoistojärjestelmän jakokeskuksesta tai sen ohjauskeskuksesta. Molemmista pitää löytyä K-O-A-ohjauskytkimet.

Käsinohjauksen mahdollisuus tulee olla myös automaattisessa savunpoistojärjestelmässä, koska automaattinen koskee palon alkuvaihetta, mutta sammutusvaiheessa ja jälkituuletuksessa savunpoisto tehdään käsinohjauksella. Automaattisen savunpoiston ohjaukset täytyy kirjata paloilmoittimen toteutuspöytäkirjaan. [15.]

## 8.2 Savunpoistolaitteiston vaatimukset

Savunpoistolaitteistojen toimilaitteet ja moottorit on sijoitettava ja suojattava siten, ettei tulipalo vaaranna niiden toimintaa palon alkuvaiheessa. Kyseisten toimilaitteiden on täytettävä standardin SFS-EN 12101 vaatimukset.

Jos savunpoistojärjestelmä on tehty henkilöturvallisuuden kannalta, siltä edellytetään turvajärjestelmää, eli järjestelmällä täytyy olla palonkestävä johtojärjestelmä ja toimia sille määritellyn toiminta-ajan verran palon aikana. Savunpoistosuunnitelmasta on käytävä ilmi, että onko järjestelmä suunniteltava ja toteutettava kokonaan tai osittain turvajärjestelmänä.

KTM:n päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 1999/1193, olennaiset vaatimukset, sanoo että sähkölaitteistossa on oltava riittävä määrä erotuslaitteita, jotta laitteet voidaan erottaa verkosta esimerkiksi huoltotöitä varten. Savunpoistopuhaltimiin tulee sijoittaa turvakytkimet, jotta puhaltimet voidaan huoltaa turvallisesti. Turvakytkimellä voidaan ohjata useaa savunpoistopuhallinta mutta enintään yhden palo-osaston puhaltimia. [15.]

### 8.2.2 Savusulut

Savusulkujen tulee täyttää standardin SFS-EN 12101 lisäksi myös sitä täydentävän standardin SFS 7023 vaatimukset. Savusulut jaetaan standardissa SFS-EN 12101 kahteen ryhmään, kiinteät savusulut ja siirrettävät savusulut.

Kiinteinä savusulkuina voidaan käyttää rakennusosia ja ne asennetaan palotilanteen mukaiseen asentoon pysyvästi. Siirrettävien savusulkujen tulee mennä palotilanteen mukaiseen asentoon ulkoisen laukaisun jälkeen.

Savusulut voidaan jakaa sähkösuunnittelun kannalta myös kahteen ryhmään:

- Vikaturvalliset savusulut, jotka menevät turvallisesti ja automaattisesti palotilanteen mukaiseen asentoon ilman voimalähdettä laitevian satuesssa. Kyseiset savusulut eivät tarvitse palonkestäviä kaapeleita.
- Savusulut, jotka siirtyvät palotilanteen mukaiseen asentoon tai mihin korkeuteen tahansa palosta aiheutuneen ulkoisen laukaisun jälkeen voimalähdettä käyttäen. Tämän kaltaiset savusulut tarvitsevat järjestelmään palonkestävät kaapelit myös sähkönsyöttöön sekä ohjaukseen. [15.]

### 8.2.3 Savunpoistoikkunat ja -luukut

Savunpoistoikkunoiden, -luukkujen sekä niiden aukaisulaitteiden tulee täyttää standardien SFS-EN 12101-2 ja 12101-3 vaatimukset sekä täydentävän SFS 7024 vaatimukset. Aukaisulaitteiden täytyy avata ikkunat ja lukita ne auki-asentoon minuutissa. Pelastusviranomaisen hyväksyy sähköisen laukaisupainikkeen sijoituspaikan, yleensä se

sijoitetaan pelastuslaitoksen hyökkäysreitille tai helposti saavutettavaan paikkaan. Rakennuksissa, joissa on useampi kerros, laukaisupainike sijaitsee sisäänkäyntitasolla.

Luukkujen laukaisu voi tapahtua myös mekaanisesti, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että laukaisukotelolta on vaijeriyhteys savunpoistoluukkuun tai – ikkunaan. Mekaanisessa järjestelmässä luukkujen sulkeminen täytyy tehdä käsin. [15.]

#### 8.2.4 Savunhallintapellit

Savunhallintapeltien täytyy täyttää standardin SFS-EN 12101-8 sekä standardin SFS 7029 vaatimukset. Peltillä on auki ja kiinni turva-asennot, ja palon aikana niiden tulee olla ohjattavissa. Automaattista palautusmekanismia savunhallintapelleissa ei saa olla. [15.]

#### 8.2.5 Savunpoistopuhaltimet

Puhaltimien täytyy täyttää standardin SFS-EN 12101-3 ja sitä täydentävän SFS 7025 vaatimukset. Palossa syntyvän lämmön ja savun poistamista kiinteästi asennetuilla savunpoistopuhaltimilla kutsutaan koneelliseksi savunpoistoksi. Korvausilman saanti on tärkeää huomioida koneellisessa savunpoistojärjestelmässä ja korvausilma-aukkojen tulee käynnistyä ennen savunpoistopuhaltimia, yleensä näiden välillä on käytettävä 15 sekunnin viivettä. Palotilanne ei saa estää puhaltimen toimintaa, joten tämä täytyy ottaa huomioon niiden sijoittamisessa ja asentamisessa. [15.]

### 8.3 Savunhallintajärjestelmän sähkönsyöttö

Yleisimmät sähkönsyötöt savunhallintajärjestelmälle Suomessa ovat seuraavat:

- syöttö ennen pääkeskuksen pääkytkintä yleisestä jakeluverkosta
- varavoimageneraattori
- akut ja paristot.

Lisäksi tietyillä alueilla voidaan käyttää palokunnan siirrettävää aggregaattista.

Jos savunhallintajärjestelmä ei ole turvallisesti vikaantuva, niin se tarvitsee kaksi teholähdettä: pääteholähde ja varateholähde. Sähköverkko tai vastaava järjestelmä suunnitellaan yleensä toimimaan pääteholähteenä mutta varateholähteenä toimii yleensä generaattori tai akkulaite, jonka tulee olla jatkuvasti käytettävissä sekä sitä tulee huoltaa ja testata jatkuvasti.

Pääteholähteen vikaantuessa, tulee tehonsyötön automaattisesti kytkeytyä varateholähteeseen, ja kun pääteholähde palautuu takaisin käyttöön, niin tehonsyöttölaitteiston täytyy kytkeytyä siihen takaisin.

Savunpoistopuhaltimet tarvitsevat toiseksi teholähteeksi dieselgeneraattorin, mutta muiden kuten luukkujen, savusulkujen ja -peltien jne. varateholähteeksi käy akkuvarmennus tai apuvirtalähde. [15.]

#### 8.4 Savunpoistojärjestelmän toimintavarmuus

Standardeja ja suunnittelusääntöjä, jotka täyttävät laitteiston suunnittelun kannalta tärkeimmät vaatimukset, voidaan osoittaa ohjausjärjestelmän luotettavuus. Yhtenä tapana määrittää savunpoistojärjestelmän toimintavarmuus on SIL eli Safety Integrity Level. Luokituksessa on neljä tasoa, joilla määritellään sen todennäköisyys, että turvatoiminto epäonnistuu sitä vaadittaessa. Tasot ovat

- SIL 4:  $10^{-5} \dots 10^{-4}$
- SIL 3:  $10^{-4} \dots 10^{-3}$
- SIL 2:  $10^{-3} \dots 10^{-2}$
- SIL 1:  $10^{-2} \dots 10^{-1}$ .

SIL-luokittelussa lasketaan koko savunhallinnan ohjauspiirin luotettavuus, eli yksittäisen komponentin SIL-luokittelu ei riitä. SIL-luokittelu vaatii sen, että kaikkien komponenttien SIL-tiedot ovat käytettävissä. SIL3-tasoa sovelletaan niissä kohteissa, joissa savunhallintajärjestelmä on henkilöturvallisuuden kannalta kriittinen. [15.]

## 8.5 Savunpoistojärjestelmän toteutus Keilaranta Towerissa

Porrashuoneiden savunpoisto sekä korvausilma toteutetaan koneellisesti. Porrashuone 2 on savulta ja palolta suojatta, joka toteutetaan yhtenä palo-osastona. Muut porrashuoneet jaetaan osiin, siten että noin seitsemän kerrosta ja tekninen kerros muodostavat oman palo-osaston. Porrashuoneiden kunkin palo-osaston ylimmästä kerroksesta järjestetään savunpoistoa  $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$  ja palo-osaston alimpaan kerrokseen tuodaan korvausilmapuhaltimilla  $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$  korvausilmaa. Savunpoistotasona on 2, eli palokunnan ohjaamana. Kellarikerrosten pihatasolle päättyvissä uloskäytävissä savunpoisto toteutetaan ovi avaamalla maanpinnan tasolta.

Hissikuilujen savunpoisto järjestetään 26. kerroksen hissiaulan katolle sijoitettavilla savunpoistopuhaltimella sekä imupisteellä, koska hissit ovat samaa palo-osastoa kyseisen hissiaulan kanssa.

Autohallien savunpoistotaso on 3, eli automaattinen. Autohallissa savua poistetaan kerralla korkeintaan yhdestä kerroksesta eli samoja savunpoistopuhaltimia voidaan käyttää tilan eri kerrosten savunpoistoon. Kaksitoimiset savunpoisto-/korvausilma-aksiaalipuhaltimet ( $80 \text{ m}^3/\text{s}$ ) vastakkaisiin nurkkiin, jolloin pelastuslaitos voi itse päättää kummasta suunnasta kohteessa poistetaan savua ja kummasta suunnasta tuodaan korvausilmaa. Automaattisessa savunpoistossa paloa lähemmän puolen savunpoistopuhaltimet käynnistyvät ja vastakkaiselta puolelta käynnistyvät korvausilmapuhaltimet.

Ajoluiskan alapäässä sijaitsevan laskeutuvan savuverhon avulla pysäköintitilat jaetaan savulohkoiksi, jolloin jokainen kellarinkerroksen pysäköintitase muodostaa oman savulohkonsa. Savuverhot varustetaan punaisilla liikennevaloilla, jotka syttyvät palamaan, kun verho alkaa laskeutua.

*Kerroksissa 1–2 savunpoisto on koneellinen ja korvausilma järjestetään ikkunoiden, luukkujen tai ovien kautta.*

*Kerroksissa 3–7 kukin kerros muodostaa oman savuosaston, joka jaetaan kolmeen samankokoisiin savulohkoihin. Eli kerroksessa yksi siipi on yksi savulohko. Palo-osaston sisällä savunpoisto toteutetaan kolmella savunpoistopuhaltimella, jotka sijoitetaan T1-tasolle. Lähtevä savunpoisto vie puhaltimekta pystykanavaa pitkin kerrosten läpi ja jokaisen kerroksen tasolla kanavaan liitetään imupiste ja savupelti. Kunkin*

savulohkon tarvitsema virtaama on 2,5 m<sup>3</sup>/s ja se on jaettu kahteen imupisteeseen. Mikä eri kerrokset ovat yhteydessä toisiinsa, tulee kummankin kerroksen savunpoistopuhaltimien toimia yhtä aikaa. Imupisteet sijoitetaan rei'itetyn alakaton yläpuoliseen tilaan, jolloin savun olisi tarkoitus imeytyä alakaton läpi koko savulohkon alueelta.

Kahden imupisteen käyttö savulohkossa mahdollistaa sen, että savulohko voidaan jakaa vuokralaiskäytössä kahteen osaan. Tällöin jokaiseen savulohkoon lisätään yksi imupiste (+ kaksi savupeltiä), jolloin savunpoistopuhallin palvelee kahta vierekkäistä savulohkoa.

*Kerroksissa 8–15 savunpoisto on mitoitettu kuten kerroksissa 3–7, ainoastaan sillä erotuksella, että puhaltimia on kaksi, koska siipiä on vain kaksi kerrosta kohti. Puhallin sijoitetaan T2-tasolle.*

*Kerroksissa 16–26 savunpoisto on mitoitettu kuten kerroksissa 8–15, mutta puhaltimia on vain yksi, koska siipiä on vai yksi kerrosta kohti. Puhallin sijoitetaan vesikatolle.*

Rakennuksessa koneellisen savunpoiston sähkövirransaanti toteutetaan varavoimakoneella. Liitteessä 4 esitetään palotekninen suunnitelma, josta selviää esimerkiksi savunpoistopuhaltimien sijoituspaikat. [8.]

## **9 Palomieshissi**

Palomieshissillä tarkoitetaan hissiä, jota pystytään käyttämään palotilanteessa. Palomieshissi on pakollinen rakennuksiin, joissa on yli 16 kerrosta. Hissin vaatimuksina on, että vähimmäismittojen on oltava 1 100 mm (leveys) x 1 400 mm (syvyys), kantavuuden 630kg sekä oven minimi avautumisleveyden on oltava 800 mm, kun hissiä ei käytetä evakuointiin. Muita vaatimuksia ovat että hissi saavuttaa kaukaisimman kerroksen palokunnan palvelutasolta minuutissa. Palomieshississä tulee noudattaa standardin EN 81-72 vaatimuksia sekä huomioida kahden syötön edellytykset palonkestävän johtojärjestelmän ohjeita noudattaen.

Palomieshissin palo-osastointi toteutetaan seuraavasti:

- Hissikuilu muodostaa oman palo-osaston.
- Aula, johon hissin ovet avautuvat jokaisessa kerrosta-  
solla muodostaa kussakin kerroksessa oman palo-osaston.
- Hissin koneisto sijoitetaan palo-osastoituun tilaan.
- Hissin toissijainen virtalähde sijoitetaan myös palo-osastoituun tilaan.  
Ensisijainen ja toissijaisen virtalähteen kaapelointi suojataan palolta ja  
ne erotetaan toisistaan sekä muista virtalähteistä. [23; 24]

Osastoivat rakenteet ovat EI60 ja kantavat rakenteet ovat R120.

## 10 Pelastusviranomaiset

Poistumisreittivalaistus on ainoa johon standardi SFS 6000 ottaa kantaan sen toimivuudesta palon aikana, mutta muiden turvajärjestelmien tai niiden johdotusjärjestelmien toimivuuteen se ei ota kantaa. Palo- ja pelastusviranomaiset päättävät, että mitkä turvajärjestelmät tulisi toimia missäkin kohteessa. Keilaranta Towerista laaditun savunpoistosuunnitelma, sammutuslaitteiston toteutussuunnitelma sekä paloilmoittimen toteutuspöytäkirja ja toteutussuunnitelma hyväksytetään pelastusviranomaisilla. [10.]

## 11 Yhteenveto

Keilaranta Tower -rakennuksen kaltaisessa tornirakennuksessa on hyvin tärkeää, että turvallisuusjärjestelmiin panostetaan kunnolla ja toteutetaan niin hyvin kuin mahdollista, koska henkilömäärät ovat suuria ja poistumismatkat ovat pitkiä. Suomessa pilvenpiirtäjän-tyyliset rakennukset ovat vasta yleistymässä ja uutta meille suomalaisille, jolloin suunnittelussa on tärkeätä, että seurataan standardeja ja ohjeita, sekä tehdään yhteistyötä muiden alojen suunnittelijoiden kanssa, kuin myös pelastusviranomaistenkin. Turvallisimpaan ja toimivimpaan turvajärjestelmäratkaisuun päädytään, kun noudatetaan näitä.



Insinööriyön tekeminen liittyen paloturvallisiin järjestelmiin korkean rakentamisen kohteessa on ollut erittäin mielenkiintoista. Standardit ja ohjeet ovat tuoneet paljon uutta tietoa, ja olen huomannut että olen alkanut kiinnittämään huomiota kyseisiin järjestelmiin. Esimerkiksi, jos sattuu kulkemaan remontissa olevan kohteen ohi, katse kiinnittyy että näkykö oransseja johtoja tai rasioita. Keilaranta Toweriin tutustuminen ja Liekehtivä Torni -elokuvan katsominen herätti entistä enemmän mielenkiintoa turvajärjestelmien toteutukseen ja haluan suunnitella mahdollisimman hyvä ratkaisu kohteeseen.

Insinööriyöstä sain luotua tiivistelmän paloturvallisten turvajärjestelmien vaatimuksista sekä Keilaranta Tower -rakennuksen mahdollisista toteutustavoista. Insinööritoimisto SIR-Sähkö Oy pystyy hyödyntämään insinööriyötä kohteeseen liittyen. Insinööriyön tekstiosan lisäksi valmistuneita Keilaranta Towerin turvajärjestelmien toteutustaulukkoa sekä varavoimajärjestelmän periaatekaaviota on tarkoitus käyttää, kun jatkosuunnittelut alkavat. Tulevaisuutta varten on tärkeätä muistaa, että standardit ja ST-kortit voivat päivittyä ja varmasti päivittyvätkin jolloin niihin saattaa tulla lisää vaatimuksia sekä tarkennuksia. Korkean rakentamisen yleistyessä on mahdollista, että paloturvallisiin järjestelmiin tulee nykyistä enemmän lisävaatimuksia.

## Lähteet

1 Insinööritoimisto SIR-Sähkö Oy < <http://www.sirconsulting.fi/palvelut> > Luettu 5.9.2014

2 Keilaranta Tower <[www.keilarantatower.fi](http://www.keilarantatower.fi)> Luettu 5.9.2014

3 Keilaranta Tower  
<<http://www.talouselama.fi/uutiset/fortumin+uudesta+paakonttorista+tulossa+suomen+korkein+toimistotalo++117metrinen+torni+istuu+maisemaan+kauniisti/a2245651>> Luettu 12.9.2014

4 Palonkestävä johtojärjestelmä <<http://www.meka.eu/tuotetekninen-tieto/palonkestava-johtojarjestelma.html>> Luettu 8.11.2014

5 Sähkötietokortisto <<http://kauppa.sahkoinfo.fi/product/group/54>> Luettu 14.12.2014

6 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2002. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1. Helsinki: Ympäristöministeriö.

7 Sähkökaapelit ja paloturvallisuus. Sähkötietokortisto, ST 51.17.

8 Palotekninen suunnitelma. Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy

9 Reka kaapeli. <<http://www.reka.fi/products/695>> Luettu 12.9.2014

10 Palonkestävä johtojärjestelmä palon aikana toimivaksi tarkoitetuille järjestelmille. Sähkötietokortisto, ST 51.06. Päivitetty 15.5.2014

11 Palonkestävä jakorasia

<[http://www.talotarvike.com/kauppa/product\\_details.php?p=24313](http://www.talotarvike.com/kauppa/product_details.php?p=24313)> Luettu 19.12.2014

12 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Turvajärjestelmät. 2012. SFS-Käsikirja 600-1. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS RY.

13 Akkuhuoneet ja varaamotilat. Sähkötietokortisto, ST 52.30.01

14 Akku. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Akku>> Luettu 31.9.2014

15 Savunhallintajärjestelmä. Suunnittelu. Sähkökortisto, ST 666.10.

16 Turvavalaistus <<http://www.teknoware.fi/fi/turvavalaistus>> Luettu 4.9.2014

17 Poistumisvalaistus ja poistumisreittivalaistus. ST-ohjeisto 8. Sähkötieto ry.

18 Poistumisvalaistus. ST-käsikirja 36. Sähkötieto ry, 2., uudistettu painos.

19 Poistumisaikalaskelma Keilaranta Tower. Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy

20 Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito 2009. ST-ohjeisto 1. Sähkötieto ry, 5., uudistettu painos

21 Automaattinen paloilmoitin. <[http://fi.wikipedia.org/wiki/Automaattinen\\_paloilmoitin](http://fi.wikipedia.org/wiki/Automaattinen_paloilmoitin)> Luettu 19.12.2014

22 Äänentoistojärjestelmät ST-käsikirja 19. Sähkötieto ry.

23 SFS-EN 81-72: Hissien suunnittelua ja rakentamista koskevat turvallisuusohjeet. Henkilö- ja tavarahenkilöhisseejä koskevat erityisvaatimukset. Osa 72: palomieshissit. Suomen standardisoimistiliitto SFS RY.

24 KONE hissiratkaisut. <<http://www.kone.fi/hissit/hissiratkaisut/standardit/en81-72/>> Luettu 26.9.2014

PALOLUOKKA P1

SUOJAUSTASO 3:

AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA  
TURVAVALAISTUS

PORRASHUONEET JAETAAN OMIIN PALO-OSASTOIHIN  
TEKNISTEN KERROSTEN KOHDALLA ELI YHDESSÄ  
PALO-OSASTOSSA ON n. KAHDEKSEN KERROSTA JA  
TEKNINEN KERROS. EM. PORTAISSA KUSSAKIN OSASTOSSA  
ON KONEELLINEN SAVUNPOISTO JA KORVAUSILMA.

OSASTOINTI

PÄIVITYKSET

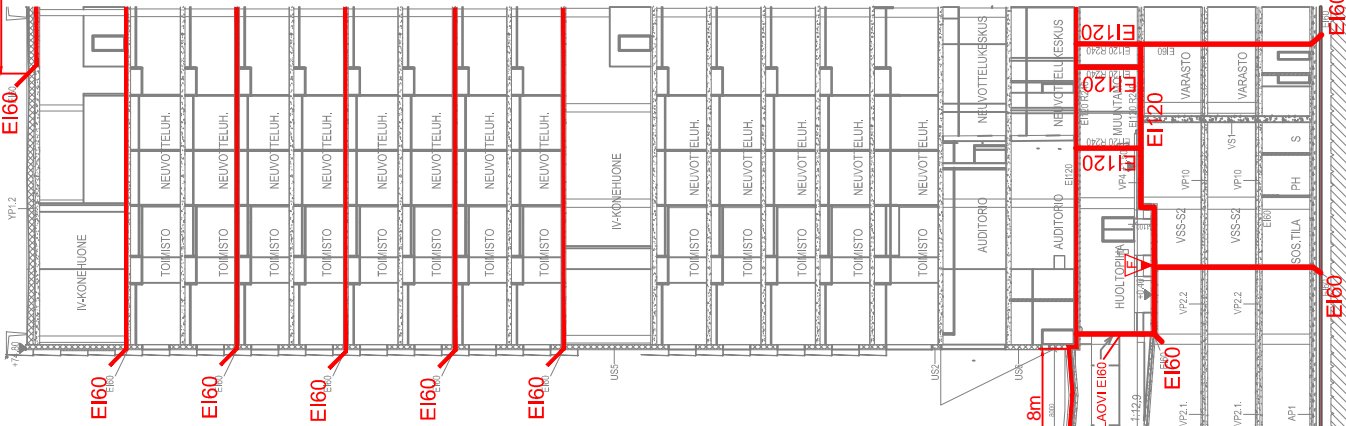
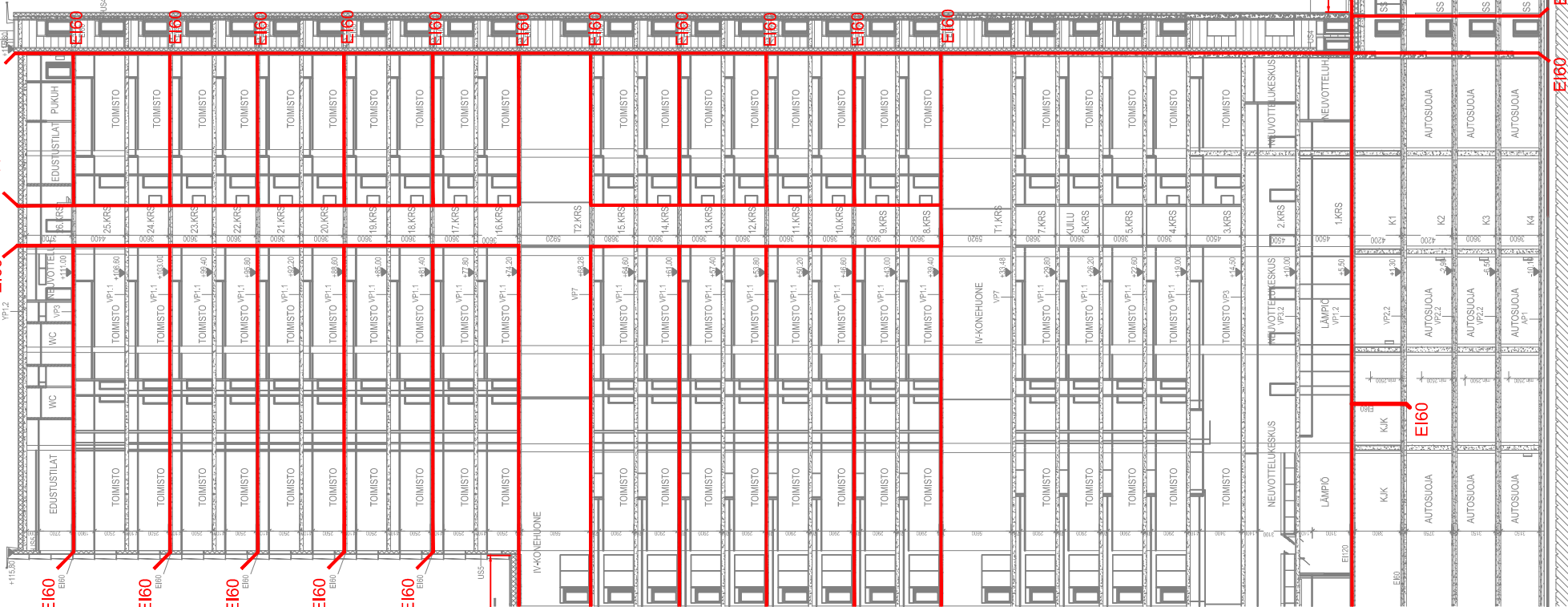
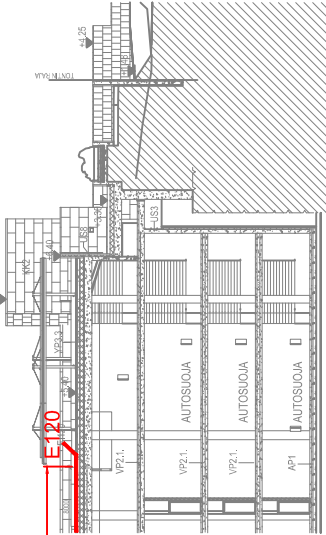
- C: Tarkennuksia osastointeihin ja piirustusmerkintöihin6.5.2014
- D: Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä16.5.2014
- E: Lisätyt kuivanusuputtia kellarin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä20.5.2014
- F: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja23.5.2014
- G: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja26.5.2014
- H: Päivitetty osastointeja28.5.2014
- I: Päivitetty osastointeja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä30.5.2014
- J: Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä4.6.2014
- K: Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä16.6.2014

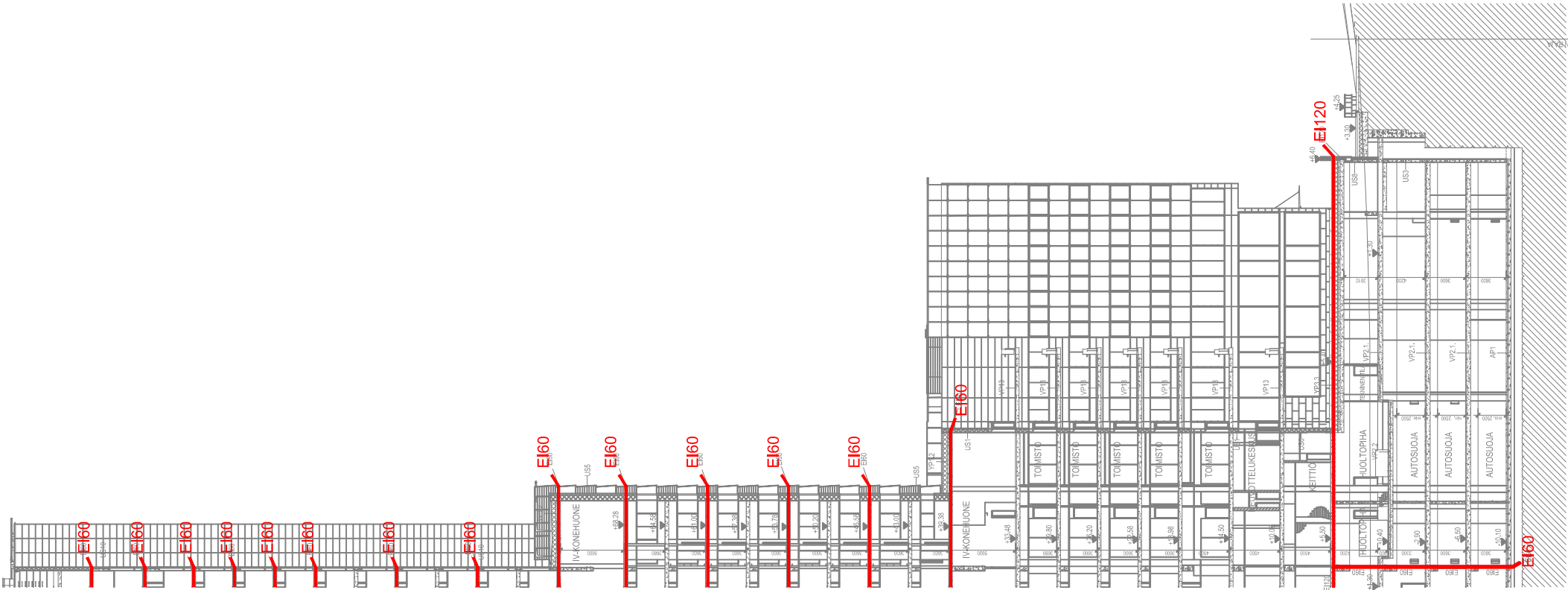
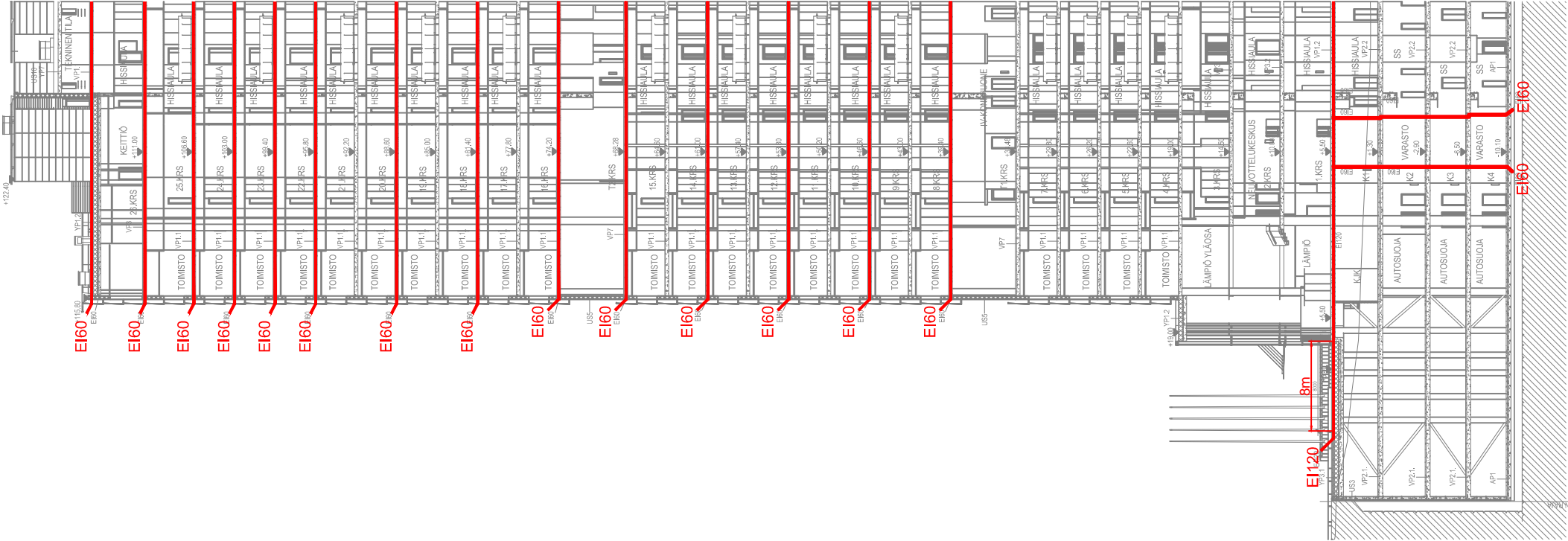
KEILANIEMI TOWER  
PALOTEKNINEN SUUNNITELMA  
LEIKKAUS D–D  
16.6.2014

A3 / 1:500



MARKKU KAURIALA OY  
Piiispänttilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430  
PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO





PALOLUOKKA P1

SUOJAUSTASO 3:

- AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,
- AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA
- ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA  
TURVAVALAISTUS

PORRASHUONEET JAETAAN OMIIN PALO-OSASTOIHIN  
TEKNISTEN KERROSTEN KOHDALLA ELI YHDESSÄ  
PALO-OSASTOSSA ON n. KAHDEN KERROSTA JA  
TEKNINEN KERROS. EM. PORTAISSA KUSSAKIN OSASTOSSA  
ON KONEELLINEN SAVUNPOISTO JA KORVAUSILMA.

## OSASTOINTI

### PÄIVITYKSET

- C: Tarkennuksia osastointeihin ja piirustusmerkintöihin 6.5.2014
- D: Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä 16.5.2014
- E: Lisätyt kuivanousputkia kellarin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä 20.5.2014
- F: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja 23.5.2014
- G: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja 26.5.2014
- H: Päivitetty osastointeja 28.5.2014
- I: Päivitetty osastointeja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä 30.5.2014
- J: Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä 4.6.2014
- K: Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä 16.6.2014

KEILANIEMI TOWER  
PALOTEKNINEN SUUNNITELMA  
LEIKKAUS F-F  
16.6.2014

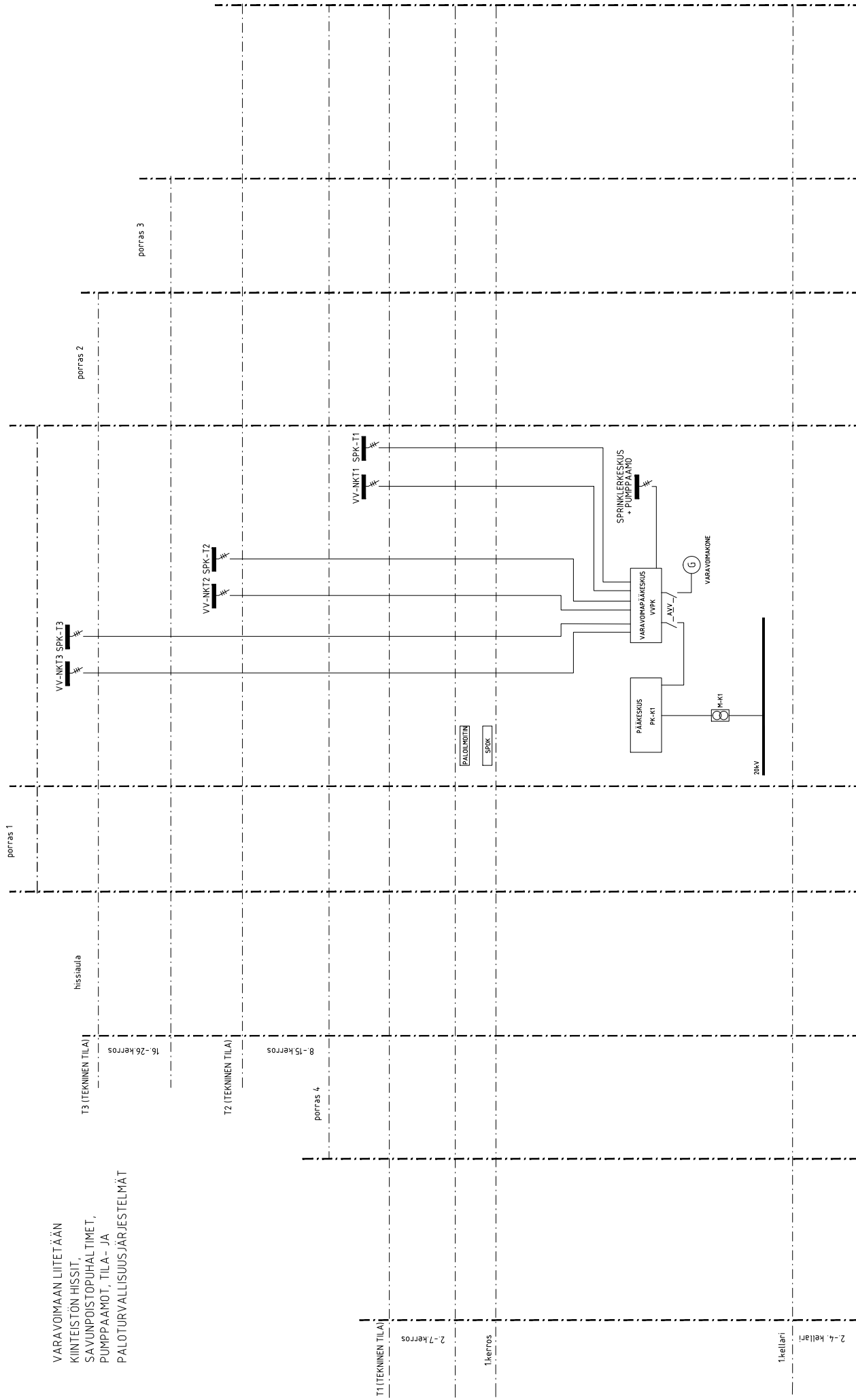
A3 / 1:500



MARKKU KAURIALA OY  
Piispantilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430

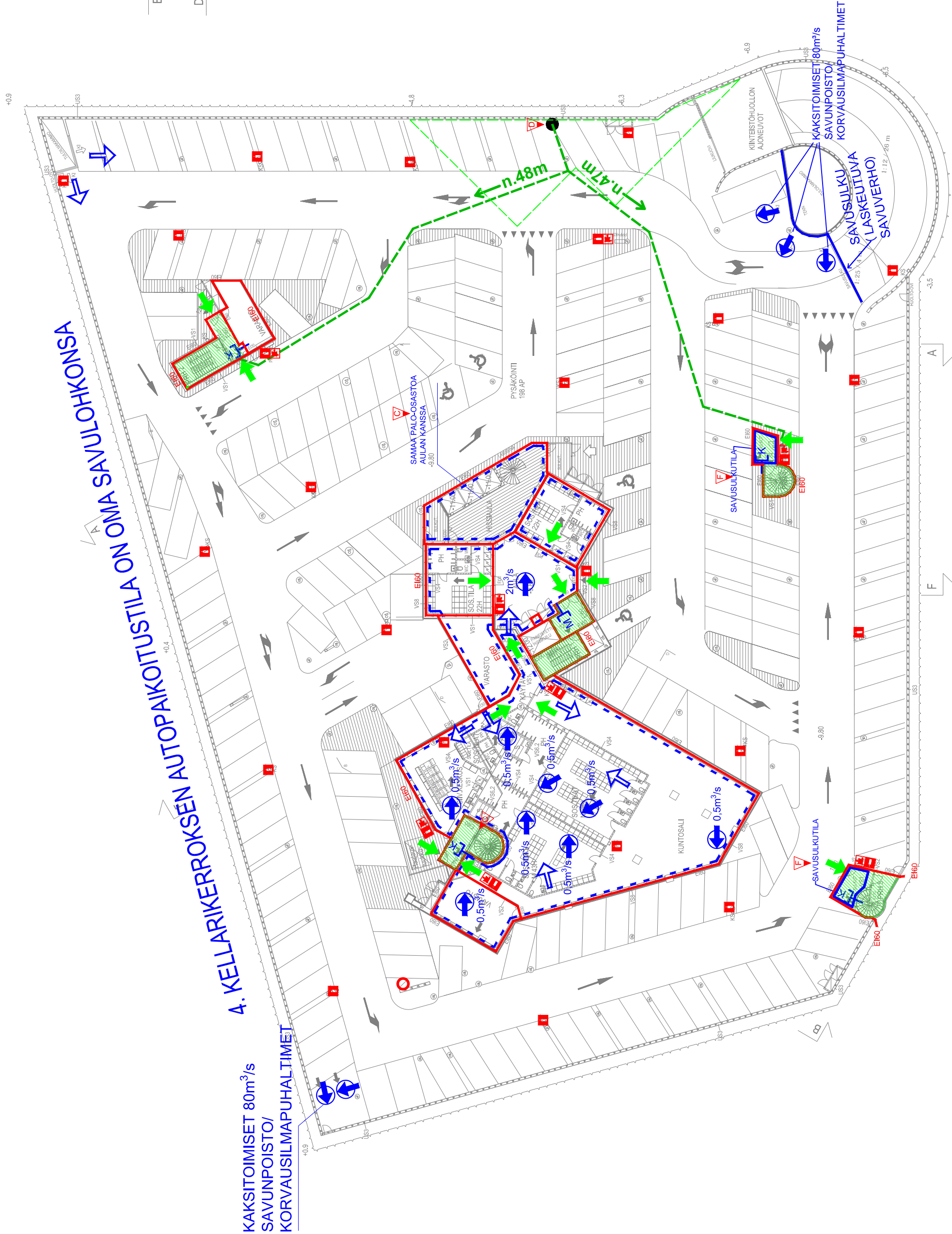
PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO

Liite 1 2(2) [8.]

[illegible]

Järjestelmä	Toiminta- aika min	Valintaperuste/standardi	Toteutusesitys/selvitys toiminnasta	Perustelut palonkestoisuus	Paloviranomaisten kanta
Paloilmoitinjärjestelmä	30	Rakennuslupa / Standardi SFS-EN 54	Paloilmoitinjärjestelmän toteutuspyöytäkirjasta	Palotekninen suunnitelma	Hyväksyy toteutuspyöytäkirjan ja toteutussuunnitelman
Savusulut	30	Standardit SFS-EN 12101-1 ja SFS 7023	Savunpoistosuunnitelma	Palotekninen suunnitelma	Hyväksyy savunpoistosuunnitelman
Painovoimaiset savunpoistojärjestelmät	30	Standardi SFS-EN 12101-2	Savunpoistosuunnitelma	Palotekninen suunnitelma	Hyväksyy savunpoistosuunnitelman
Evakuointikuulutusjärjestelmä	30	Standardi SFS-EN 54/ Standardi SFS- EN 60849	Kytkeyty osaksi paloilmoitinjärjestelmään	Palotekninen suunnitelma	
Vesisammutusjärjestelmä. LH- luokka	30	Standardi SFS 5980	Ei tässä kohteessa		
Savunpoistoluukut	30	Standardit SFS –EN 12101 JA SFS 7024	Savunpoistosuunnitelma	Palotekninen suunnitelma	Hyväksyy savunpoistosuunnitelman
Vesisammutusjärjestelmät, OH- luokka	60	Standardi SFS-EN 12845	Sammutuslaitteiston suunnitelma		Hyväksyy sammutuslaitteiston suunnitelman
Vesisammutusjärjestelmät, HH- luokka	90	Standardi SFS-EN 12845	Ei tässä kohteessa		
Pelastuskäyttöön tarkoitettut hissit	60	Standardi SFS-EN 81-72 / Suomen rakentamismääräyskokoelma E1	Palonkestävä johtojärjestelmän syöttö	Palotekninen suunnitelma	
Muut hälytysjärjestelmät, esimerkiksi häikä	60	Riskikartoitus			
Merkki- ja turvavalaistus	60	Rakennuslupa	Kaapelointi BMJ-FRHF tai johdoton järjestelmä	Palotekninen suunnitelma	
Palopumput, vesilähteet	90	Standardi SFS-EN 12845+A2; SFS 5980			
Palo- ja savunhallintapellit	Ei60-120	Standardi SFS-EN 1366-2 / SFS-EN 12101-8 / SFS-EN 7029	Savunpoistosuunnitelma	Palotekninen suunnitelma	Hyväksyy savunpoistosuunnitelman
Palo-ovet	Ei60-120	Standardi SFS-EN 13501-2			
Koneelliset savunpoistojärjestelmät	120	Standardi SFS-EN 12101-3	Savunpoistosuunnitelma	Palotekninen suunnitelma	Hyväksyy savunpoistosuunnitelman







- OSASTOINTI

KULKUREITTI

ULOSKÄYTTÄVÄ

PISIN KULKUREITTI

KÄSISAMMUTIN, LUOKKA  
27A–144B, 6kg

HIILIOKSIDISAMMUTIN, 5kg  
CO<sub>2</sub>

PIKAPALOPOSTI (LETKU 30m)

KUIVANOUSUN SYÖTTÖ

MÄRKÄNOUSUN SYÖTTÖ

KUIVANOUSUN ULOSOTTO

MÄRKÄNOUSUN ULOSOTTO

SAVULOHKOHN RAJA

KORVAUSILMA

SAVUNPOISTON IMUJISTE

SAMMUTUSREITTI

SAVUNPOISTOREITTI
- PÄIVITYKSET

C: Tarkennuksia osastointeihin ja piirustusmerkintöihin

D: Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

E: Lisätyt kuivanosuputuksia kellarisiin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

F: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja

G: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja

H: Päivitetty osastointeja

I: Päivitetty osastointeja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

J: Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

K: Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

6.5.2014

16.5.2014

20.5.2014

23.5.2014

26.5.2014

28.5.2014

30.5.2014

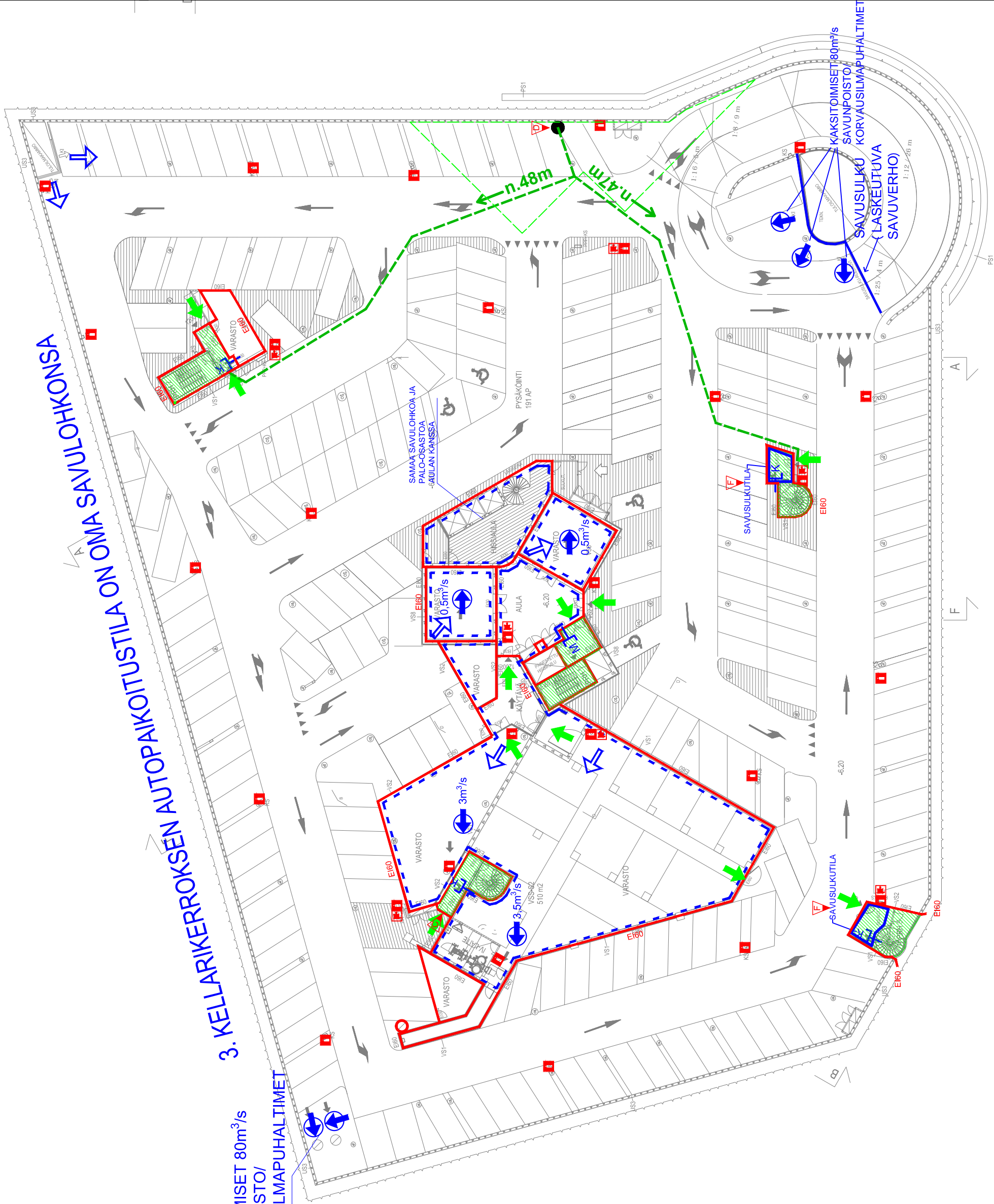
4.6.2014

16.6.2014

3. KELLARIKERROKSEN AUTOAIKOITUSTILA ON OMA SAVULOHKONSA

KAKSITOIMISET 80m³/s  
SAVUNPOISTO/  
KORVAUSILMAPUHALTIMET

3. KELLARIKERROKSEN AUTOAIKOITUSTILA ON OMA SAVULOHKONSA



KEILANIEMI TOWER  
PALOTEKNINEN SUUNNITELMA  
KELLARI 3 (-6.5)

16.6.2014

A3 / 1:400



MARKKU KAURIALA OY  
Piispantilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430

PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO

SUOJAUSTASO 3:  
AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA TURVAVALAISTUS

PORRASHUONEET JAETAAN OMIIN PALO-OSASTOIHIN TEKNISETEN  
KERROSTEN KOHDALLA ELI YHDESSÄ PALO-OSASTOSSA ON n.  
KAHDEKSEN KERROSTA JA TEKINEN KERROS. EM. PORTAISSA  
KUSSAKIN OSASTOSSA ON KONEELLINEN SAVUNPOISTO JA  
KORVAUSILMA.

OSASTOINTI

KULKUREITTI

ULOSKÄYTTÄVÄ

PISIN KULKUREITTI

KÄSSISAMMUTIN, LUOKKA  
27A-144B, 6kg

HILIDIOKSIDISAMMUTIN, 5kg  
CO<sub>2</sub>

PIKAPALOPOSTI (LETKU 30m)

KUIVANOUSUN SYÖTTÖ

MÄRKÄNOUSUN SYÖTTÖ

KUIVANOUSUN ULOSOTTO

MÄRKÄNOUSUN ULOSOTTO

SAVULOHKON RAJA

KORVAUSILMA

SAVUNPOISTON IMUPISTE

SAMMUTUSREITTI

SAVUNPOISTOREITTI

PÄIVITYKSET

C:	Tarkennuksia osastoiteihin ja piirustusmerkintöihin	6.5.2014
D:	Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	16.5.2014
E:	Lisätty kuivanousuputkia kellarin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	20.5.2014
F:	Päivitetty savunpoistoa ja osastoiteja	23.5.2014
G:	Päivitetty savunpoistoa ja osastoiteja	26.5.2014
H:	Päivitetty osastoiteja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	28.5.2014
I:	Päivitetty osastoiteja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	30.5.2014
J:	Päivitetty osastoiteja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	4.6.2014
K:	Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	16.6.2014

KEILANIEMI TOWER  
PALOTEKNINEN SUUNNITELMA  
KELLARI 2 (-2.9)

16.6.2014

A3 / 1: 400



MARKKU KAURIALA OY  
Piispantilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430  
PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO

2. KELLARIKERROKSEN AUTOPAIKOITUSTILA ON OMA SAVULOHKONSA

KAKSITOIMISET 80m<sup>3</sup>/s  
SAVUNPOISTO/  
KORVAUSILMAPUHALTIMET

SAVUSULKU

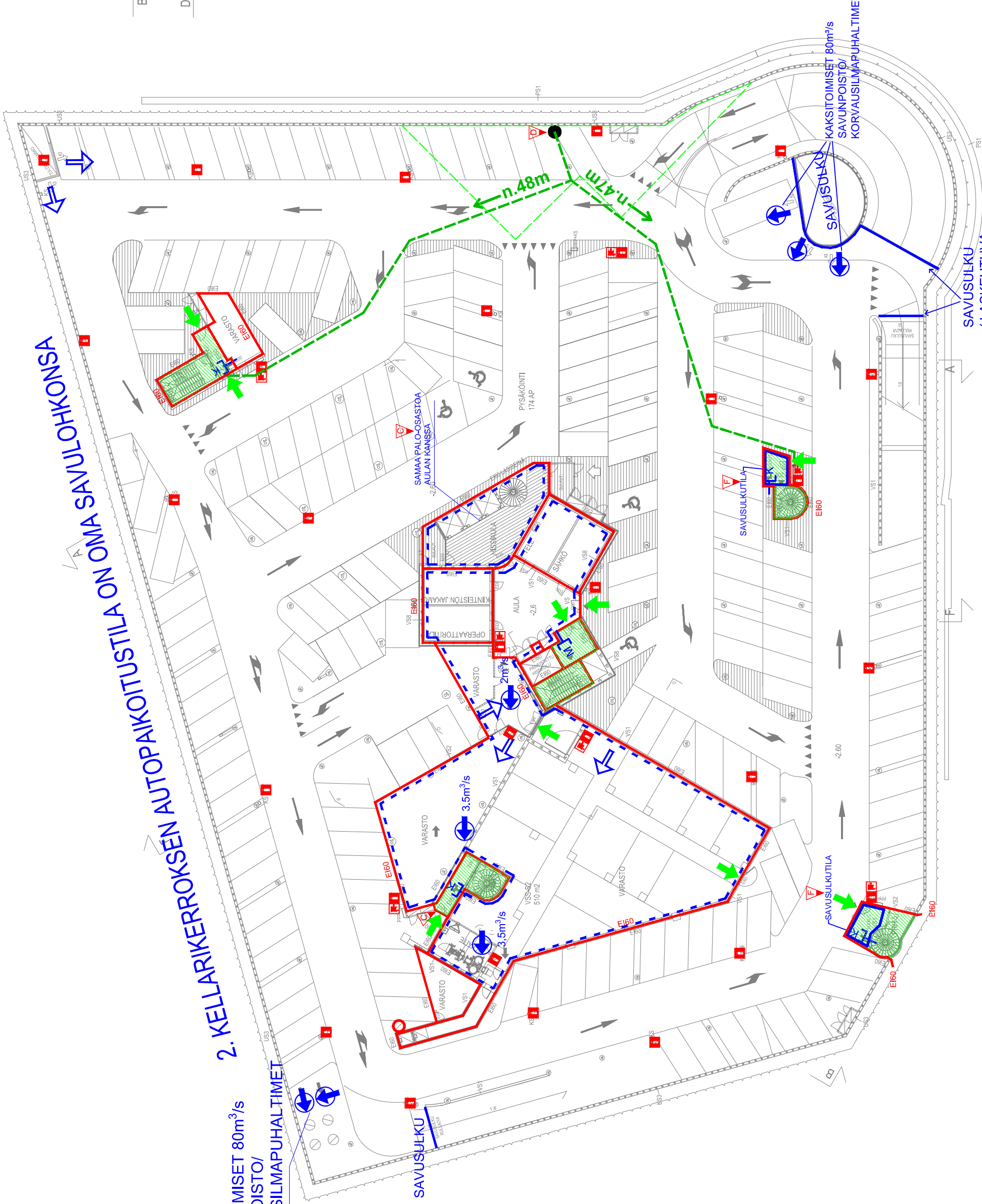
SAVUSULKUTILA

SAVUSULKUTILA

SAVUSULKU

KAKSITOIMISET 80m<sup>3</sup>/s  
SAVUNPOISTO/  
KORVAUSILMAPUHALTIME

SAVUSULKU  
(LASKEUTUVA  
SAVUVERHO)





SUOJAUSTASO 3:  
AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA TURVAVALAISTUS

PORRASHUONEET JAETAAN OMIN PALO-OSASTOIHIN TEKNISTEN  
KERROSTEN KOHDALLA ELI YHDESSÄ PALO-OSASTOSSA ON n.  
KAHDEKSEN KERROSTA JA TEKNINEN KERROS. EM. PORTAASSA  
KUSSAKIN OSASTOSSA ON KONEELLINEN SAVUNPOISTO JA  
KORVAUSILMA.

OSASTOINTI

KULKUREITTI

ULOSKÄYTÄVÄ

PSIN KULKUREITTI

KÄSISAMMUTIN, LUOKKA  
27A–144B, 6kg

HILDIOKSIDISAMMUTIN, 5kg  
CO<sub>2</sub>

PIKAPALOPOSTI (LETKU 30m)

KUIVANOUSUN SYÖTTÖ

MÄRKÄNOUSUN SYÖTTÖ

KUIVANOUSUN ULOSOTTO

MÄRKÄNOUSUN ULOSOTTO

SAVULOHKOHN RAJA

KORVAUSILMA

SAVUNPOISTON IMUPISTE

SAMMUTUSREITTI

SAVUNPOISTOREITTI

PÄIVITYKSET

C: Tarkennuksia osastointeihin  
ja piirustusmerkintöihin

D: Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty  
paloteknisiä merkintöjä

E: Lisätty kuivanosuuputkia kellarisiin,  
täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

F: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja  
23.5.2014

G: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja  
26.5.2014

H: Päivitetty osastointeja  
28.5.2014

I: Päivitetty osastointeja ja täsmennetty  
paloteknisiä merkintöjä

J: Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa  
sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

K: Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä  
16.6.2014

KEILANIEMI TOWER

PALOTEKNINEN SUUNNITELMA

KELLARI 1 (+1.3)

16.6.2014

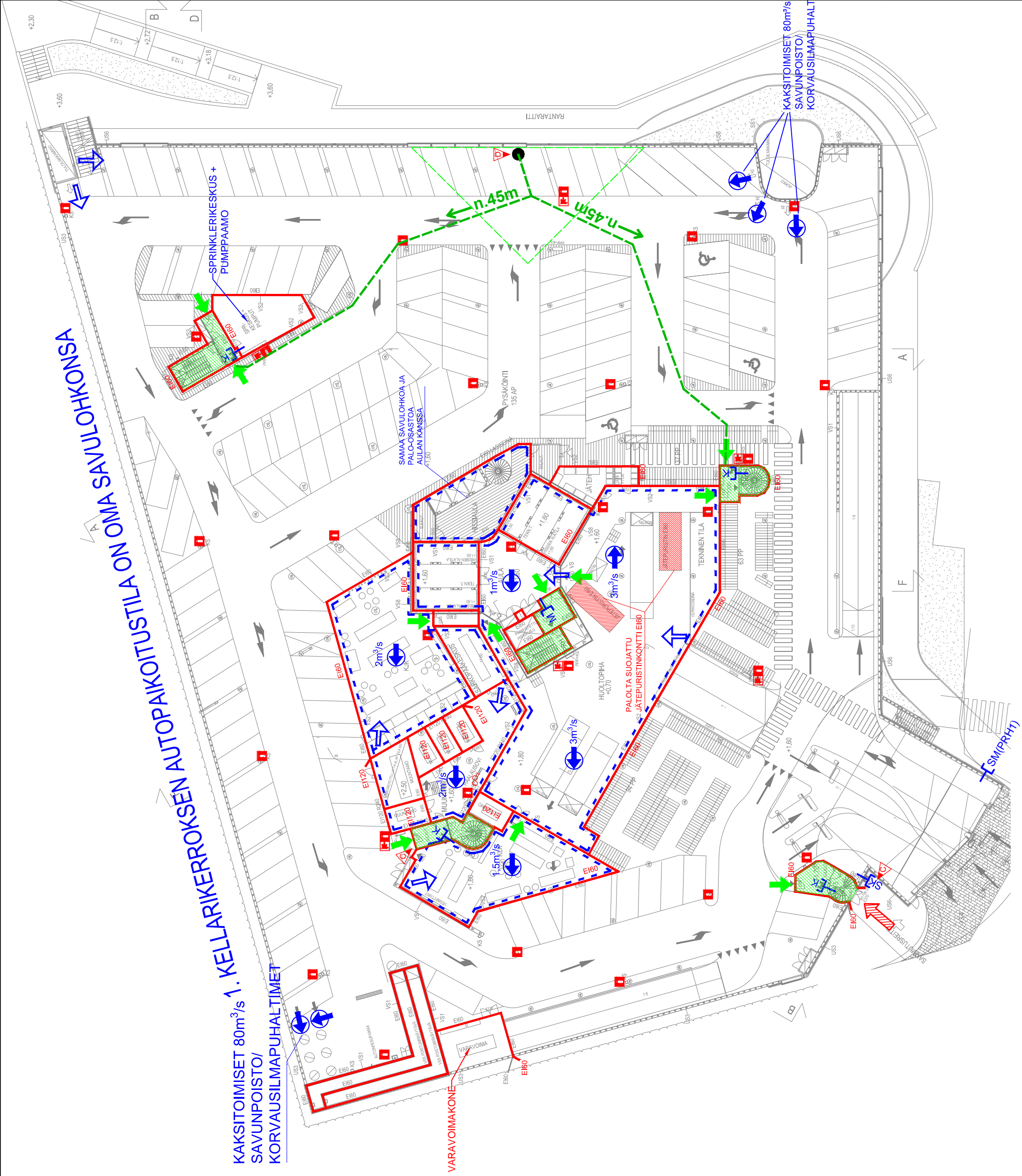
A3

/ 1:400



MARKKU KAURIALA OY  
Piispantilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430  
PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO

KAKSITOIMISET 80m<sup>3</sup>/s 1. KELLARIKERROKSEN AUTOPAIKOITUSTILA ON OMA SAVULOHKONSA  
SAVUNPOISTO/  
KORVAUSILMAPUHALTIMET









SUOJAUSTASO 3:  
AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA TURVAVALAISTUS

PORRASHUONEET JAETAAN OMIIN PALO-OSASTOIHIN TEKNISETEN  
KERROSTEN KOHDALLA ELI YHDESSÄ PALO-OSASTOSSA ON n.  
KAHDEKSEN KERROSTA JA TEKINEN KERROS. EM. PORTAISSA  
KUSSAKIN OSASTOSSA ON KONEELLINEN SAVUNPOISTO JA  
KORVAUSILMA.

- OSASTONTI

KULKUREITTI

ULOSKÄYTÄVÄ

PISIN KULKUREITTI

KÄSSAMMUTIN, LUOKKA  
27A-144B, 6kg

HILDIKSIDISAMMUTIN, 5kg  
CO<sub>2</sub>

PIKAPALOPOSTI (LETKU 30m)

KUIVANOUSUN SYÖTTÖ

MÄRKÄNOUSUN SYÖTTÖ

KUIVANOUSUN ULOSOTTO

MÄRKÄNOUSUN ULOSOTTO

SAVULOHKOHN RAJA

KORVAUSILMA

SAVUNPOISTON IMUPISTE

SAMMUTUSREITTI

SAVUNPOISTOREITTI
- PÄIVITYKSET

C: Tarkennuksia osastoiteihin ja piirustusmerkintöihin

D: Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

E: Lisätty kuivanosuupurkia kellarin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

F: Päivitetty savunpoistoa ja osastoiteja

G: Päivitetty savunpoistoa ja osastoiteja

H: Päivitetty osastoiteja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

I: Päivitetty osastoiteja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

K: Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

6.5.2014

16.5.2014

20.5.2014

23.5.2014

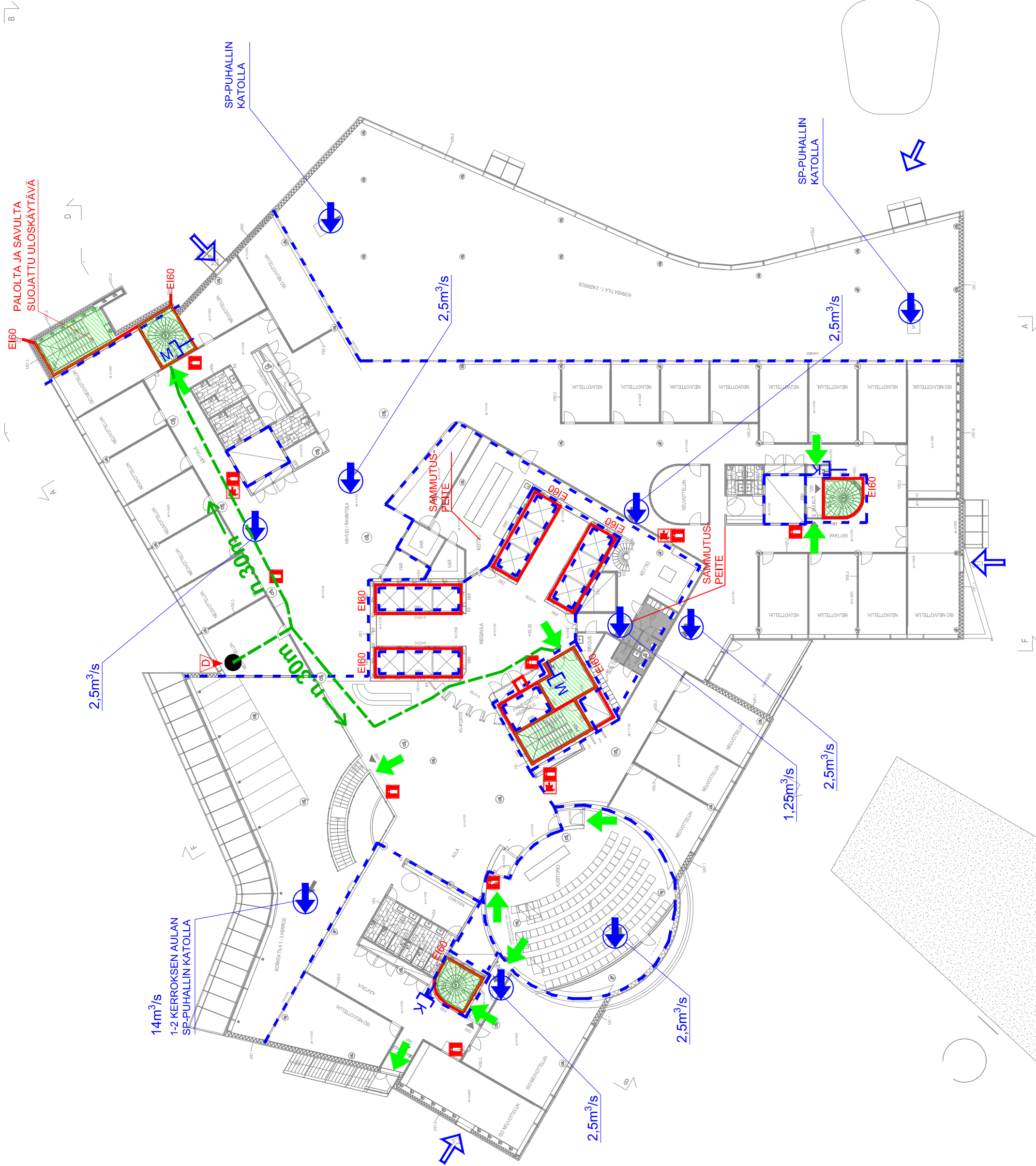
26.5.2014

28.5.2014

30.5.2014

4.6.2014

16.6.2014

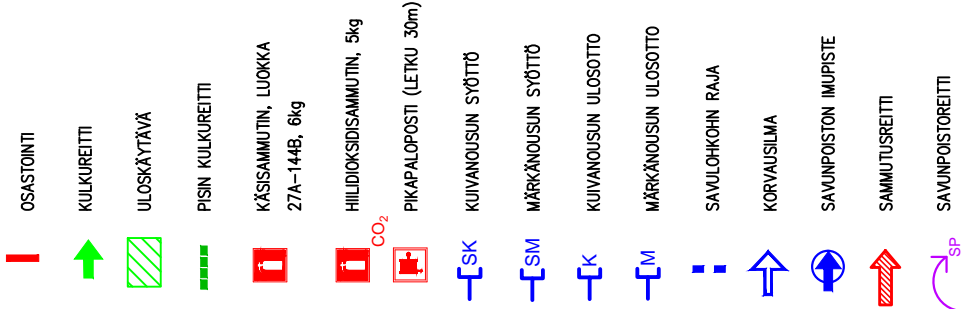


KEILANIEMI TOWER  
PALOTEKNINEN SUUNNITELMA  
2KRS (+10.0)  
16.6.2014

A3 / 1:300



MARKKU KAURIALA OY  
Piiispantilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430  
PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO

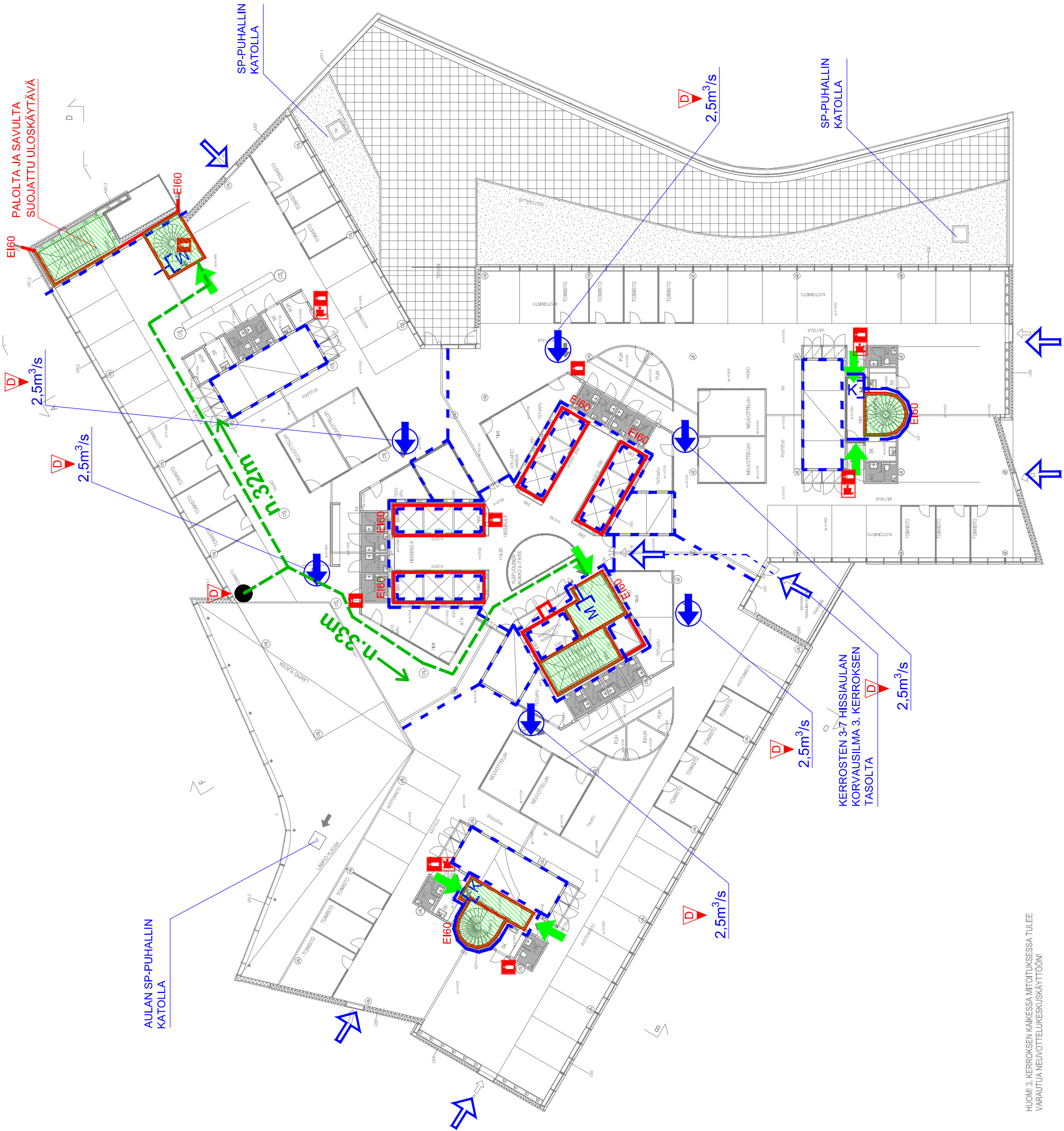


<b>C:</b>	Tarkennuksia osastointeihin ja piirustusmerkintöihin	<b>6.5.2014</b>
<b>D:</b>	Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	<b>16.5.2014</b>
<b>E:</b>	Lisäty kuivanusupukia kellariin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	<b>20.5.2014</b>
<b>F:</b>	Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja	<b>23.5.2014</b>
<b>G:</b>	Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja	<b>26.5.2014</b>
<b>H:</b>	Päivitetty osastointeja	<b>28.5.2014</b>
<b>I:</b>	Päivitetty osastointeja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	<b>30.5.2014</b>
<b>J:</b>	Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	<b>4.6.2014</b>
<b>K:</b>	Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	<b>16.6.2014</b>

KEILANIEMI TOWER  
PALOTEKNINEN SUUNNITELMA  
3KRS (+14.5)



**MK** MARKKU KAURIALA OY  
 Piispanlantia 6C, 02240 Espoo  
 Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430  
 PALOTEKNINEN INSINÖRITOIMISTO



HUOM! 3. KERROKSEN KAIKESSA MITOITUKSESSA TULEE  
VARAUTUA NEUVOTTELUKESKUKÄYTTÖÖN!



SUOJAUSTASO 3:  
AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA TURVAVALAISTUS

PORRASHUONEET JAETAAN OMIN PALO-OSASTOIHIN TEKNISETN  
KERROSTEN KOHDALLA ELI YHDESSÄ PALO-OSASTOSSA ON n.  
KAHDEKSEN KERROSTA JA TEKINEN KERROS. EM. PORTAASSA  
KUSSAKIN OSASTOSSA ON KONEELLINEN SAVUNPOISTO JA  
KORVAUSILMA.

- OSASTOINTI
- KULKUREITTI
- ▨

ULOSKÄYTÄVÄ
- PISIN KULKUREITTI
- 🔥

KÄSISAMMUTIN, LUOKKA 27A–144B, 6kg
- 🔥

HIILIOKSIDISAMMUTIN, 5kg
- 🔥

PIKAPALOPosti (LETKU 30m)
- [SK

KUIVANOUSUN SYÖTTÖ
- [SM

MÄRKÄNOUSUN SYÖTTÖ
- [K

KUIVANOUSUN ULOSOTTO
- [M

MÄRKÄNOUSUN ULOSOTTO
- ⋮

SAVULOHKOHN RAJA
- ↗

KORVAUSILMA
- ↻

SAVUNPOISTON IMUPISTE
- SAMMUTUSREITTI
- ↻

SAVUNPOISTOREITTI

PÄIVITYKSET

- C:

Tarkennuksia osastointeihin ja piirustusmerkintöihin

6.5.2014
- D:

Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

16.5.2014
- E:

Lisätty kuivanousuputkia kellarisiin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

20.5.2014
- F:

Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja

23.5.2014
- G:

Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja

26.5.2014
- H:

Päivitetty osastointeja

28.5.2014
- I:

Päivitetty osastointeja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

30.5.2014
- J:

Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

4.6.2014
- K:

Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

16.6.2014

KEILANIEMI TOWER

PALOTEKNINEN SUUNNITELMA

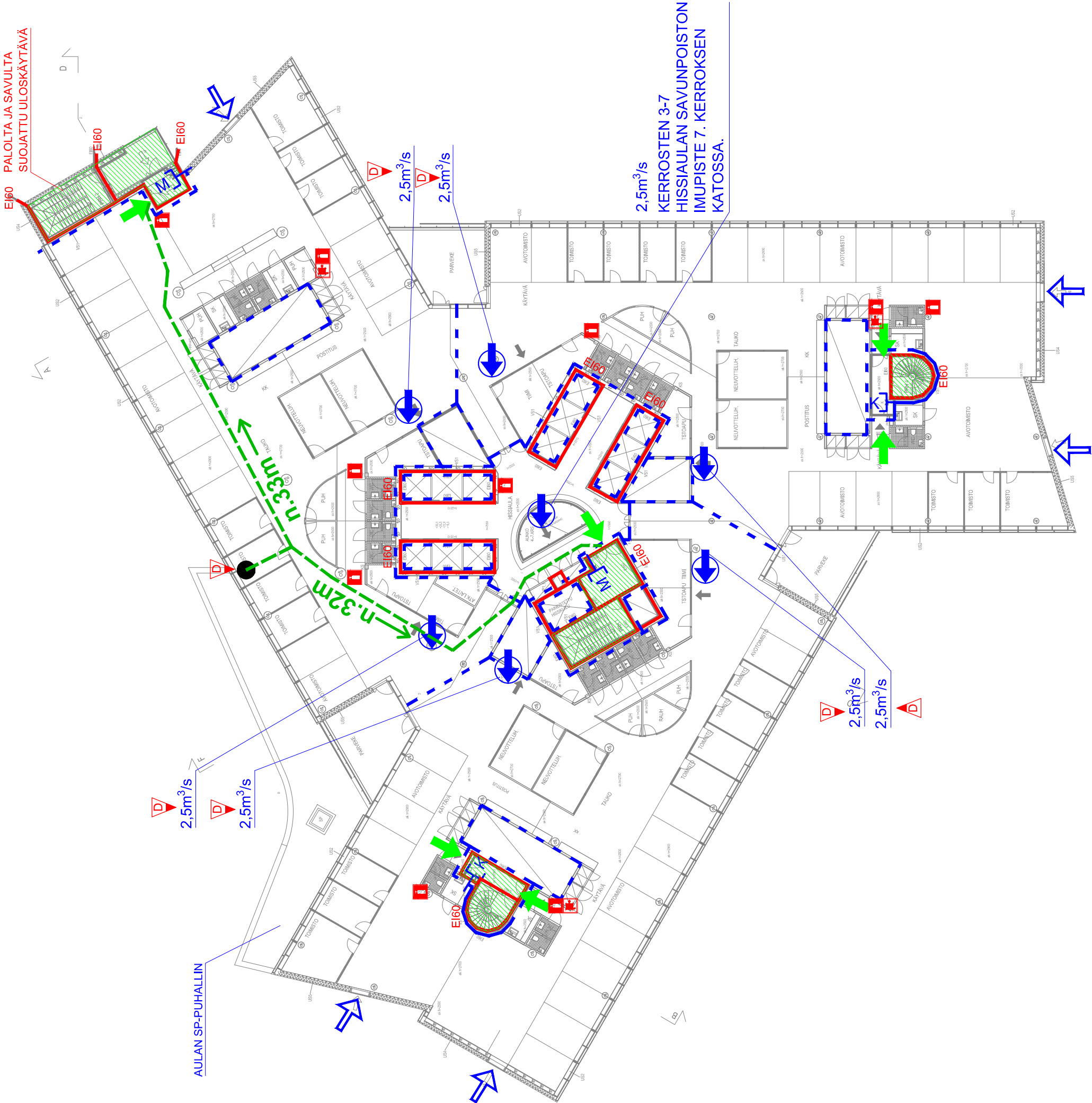
4–7KRS (+19.0, 22.6, 26.2, 29.8)

16.6.2014

A3 / 1:300



MARKKU KAURIALA OY  
Piiispanttilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430  
PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO



SUOJAUSTASO 3:  
AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA TURVAVALAISTUS

PORRASHUONEET JAETAAN OMIIN PALO-OSASTOIHIN TEKNISETEN  
KERROSTEN KOHDALLA. ELI YHDESSÄ PALO-OSASTOSSA ON n.  
KAHDEKSEN KERROSTA JA TEKINEN KERROS. EM. PORTAISSA  
KUSSAKIN OSASTOSSA ON KONEellinen SAVUNPOISTO JA  
KORVAUSILMA.

OSASTOINTI

KULKUREITTI

ULOSKÄYTTÄVÄ

PISIN KULKUREITTI

KÄSISAMMUTIN, LUOKKA  
27A-144B, 6kg

HIILIOKSIDISAMMUTIN, 5kg  
CO<sub>2</sub>

PIKAPALOPOSTI (LETKU 30m)

KUIVANOUSUN SYÖTTÖ

MÄRKÄNOUSUN SYÖTTÖ

KUIVANOUSUN ULOSOTTO

MÄRKÄNOUSUN ULOSOTTO

SAVULOHKOHN RAJA

KORVAUSILMA

SAVUNPOSTON IMUISTE

SAMMUTUSREITTI

SAVUNPOSTOREITTI

PÄIVITYKSET

C:	Tarkennuksia osastointeihin ja piirustusmerkintöihin	6.5.2014
D:	Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	16.5.2014
E:	Lisätyt kuivanousupukkia kellariin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	20.5.2014
F:	Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja	23.5.2014
G:	Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja	26.5.2014
H:	Päivitetty osastointeja	28.5.2014
I:	Päivitetty osastointeja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	30.5.2014
J:	Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	4.6.2014
K:	Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	16.6.2014

KEILANIEMI TOWER

PALOTEKNINEN SUUNNITELMA

T1 (tekninen tila 1) (+33.4)

16.6.2014

A3

/ 1:300



MARKKU KAURIALA OY  
Piispantilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430  
PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO

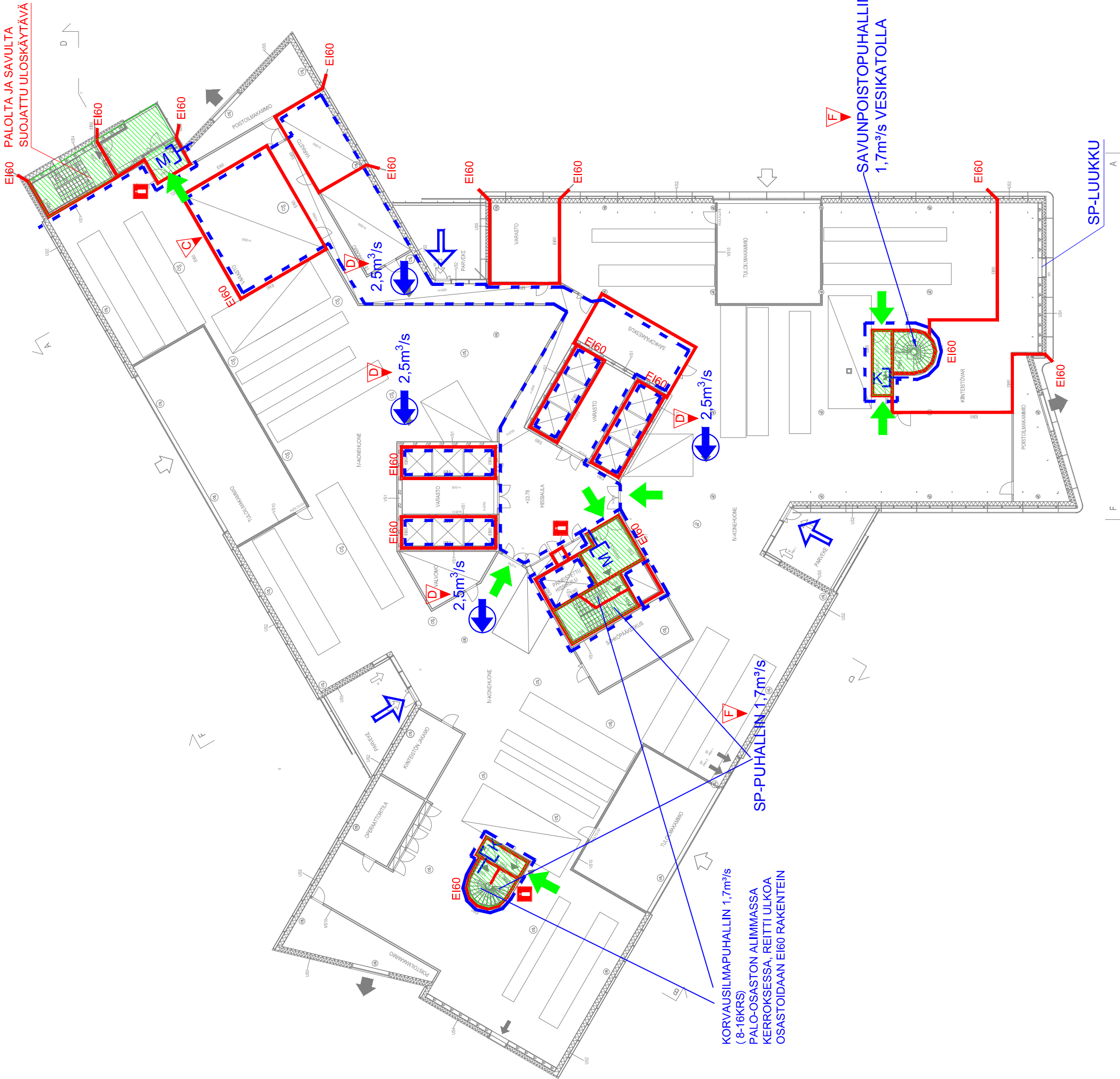
PALOLTA JA SAVULTA  
SUOJATTU ULOSÄYTTÄVÄ

SAVUNPOISTOPUHALLIN  
1,7m³/s VESIKATOTALLA

SP-LUUKKU

KORVAUSILMAPUHALLIN 1,7m³/s  
(8-16KRS)  
PALO-OSASTON ALIMMASSA  
KERROKSESSA, REITTI ULKOA  
OSASTOIDAAN EI60 RAKENTEIN

SP-PUHALLIN 1,7m³/s

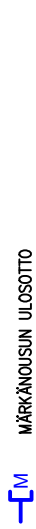
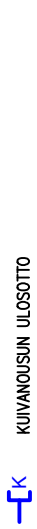
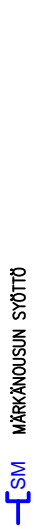
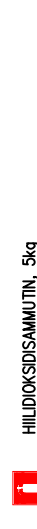




**SUOJAUSTASO 3:**  
AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLÄITTEISTÖ,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

## POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA TURVAVALAISTUS

PORRAHUONEET JAETAAN OMIIN PALO-OASTOIHIN TEKNISET  
KERROSTEN KOHDALLA ELI YHDESSÄ PALO-OASTOSSA ON N.  
KAHDEKSEN KERROSTA JA TEKINEN KERROS. EM. PORTAISSA  
KUSSAKIN OASTOSSA ON KONEellinen SAVUNPOISTO JA  
KORVAUSILMA.



## PÄIVITYKSET

**C:** Tarkennuksia osastointeihin  
ja piirustusmerkintöihin  
**6.5.2014**

**D:** Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöitä  
**16.5.2014**

**E:** Lisättv kuivanousputkia kellariin.

täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	20.5.2014
F: Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja	23.5.2014

26.5.2014	Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja
28.5.2014	Päivitetty osastointeja

20.3.2014	20.5.2014
Päivitetty osastointeja	Päivitetty osastointeja ja täsmennetty
	paloteknisiä merkintöitä

**J:** Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa  
paloteknisiä tieteitä  
30.3.2014  
4.6.2014

**K:** Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä  
sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä  
4.6.2014  
16.6.2014

TEILANIEMI TOWER

[illegible]

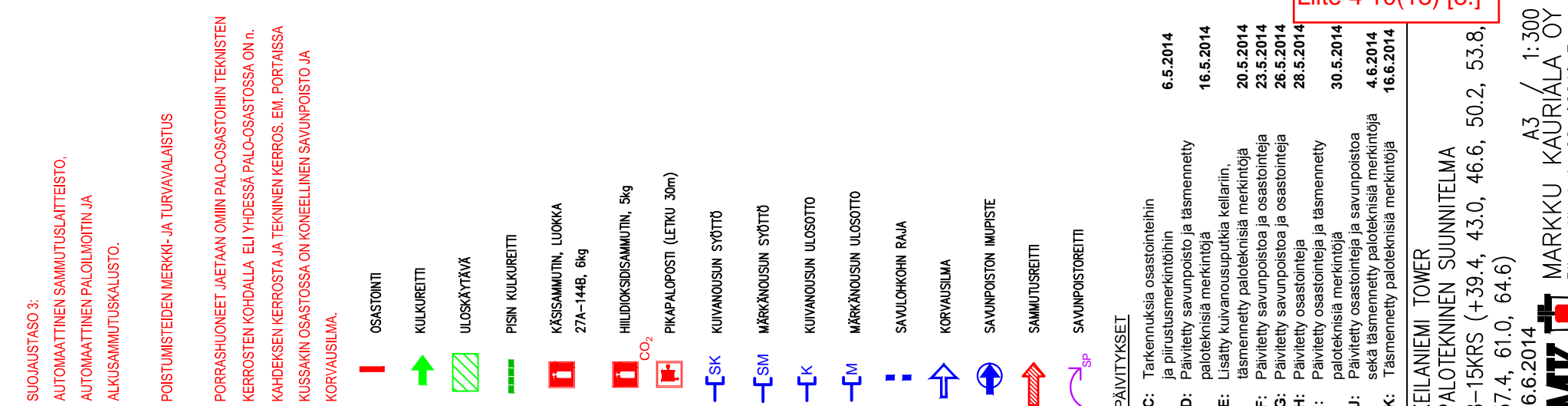
7.4, 61.0, 64.6)

6.6.2014 A3 / 1:300

**MAKKU KAUKALA OY**  
Piispanilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 300 5370 E-mail: 00030047430

**PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO**

---



SUOJAUSTASO 3:  
AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

POISTUMISTEIDEN MERKKI- JA TURVAVALAISTUS

PORRASHUONEET JAETAAN OMIIN PALO-OSASTOIHIN TEKNISETEN  
KERROSTEN KOHDALLA. ELI YHDESSÄ PALO-OSASTOSSA ON n.  
KAHDEKSEN KERROSTA JA TEKINEN KERROS. EM. PORTAASSA  
KUSSAKIN OSASTOSSA ON KONEellinen SAVUNPOISTO JA  
KORVAUSILMA.

OSASTONTI

KULKUREITTI

ULOSKÄYTÄVÄ

PISIN KULKUREITTI

KÄSSAMMUTIN, LUOKKA  
27A-144B, 6kg

HILIDIKSIDISAMMUTIN, 5kg  
CO<sub>2</sub>

PIKAPALOPOSTI (LETKU 30m)

KUIVAOUSJIN SYÖTTÖ

MÄRKÄNOUSUN SYÖTTÖ

KUIVAOUSJIN ULOSOTTO

MÄRKÄNOUSUN ULOSOTTO

SAVULOHOHN RAJA

KORVAUSILMA

SAVUNPOISTON IMUPISTE

SAMMUTUSREITTI

SAVUNPOISTOREITTI

PÄIVITYKSET

C:	Tarkennuksia osastoiteihin ja piirustusmerkintöihin	6.5.2014
D:	Päivitetty savunpoisto ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	16.5.2014
E:	Lisätty kuivauusputkia kellarin, täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	20.5.2014
F:	Päivitetty savunpoistoa ja osastoiteja	23.5.2014
G:	Päivitetty savunpoistoa ja osastoiteja	26.5.2014
H:	Päivitetty osastoiteja	28.5.2014
I:	Päivitetty osastoiteja ja täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	30.5.2014
J:	Päivitetty osastoiteja ja savunpoistoa sekä täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	4.6.2014
K:	Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä	16.6.2014

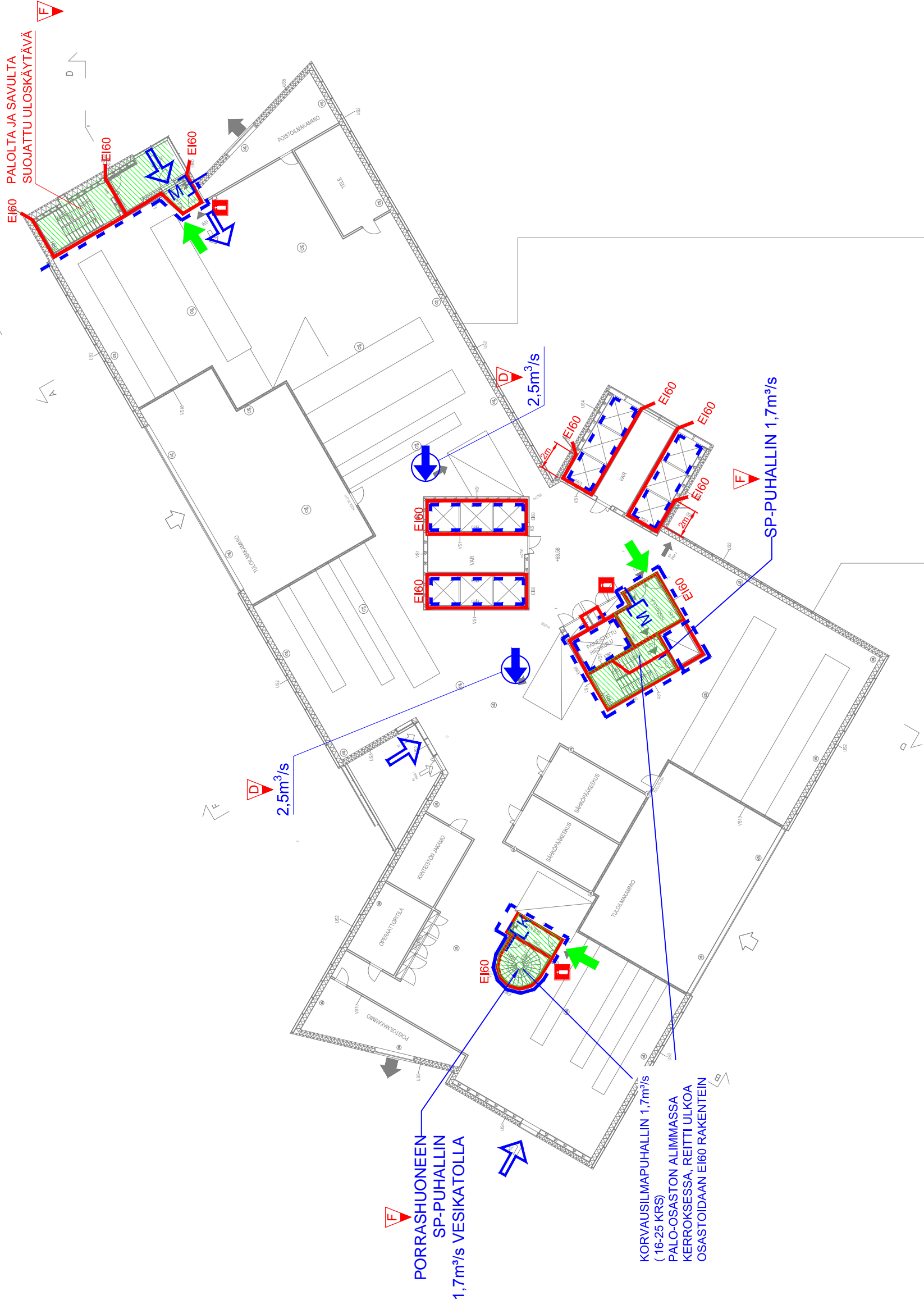
KEILANIEMI TOWER  
PALOTEKNINEN SUUNNITELMA  
T2 (tekninen tila 2) (+68.2)

16.6.2014

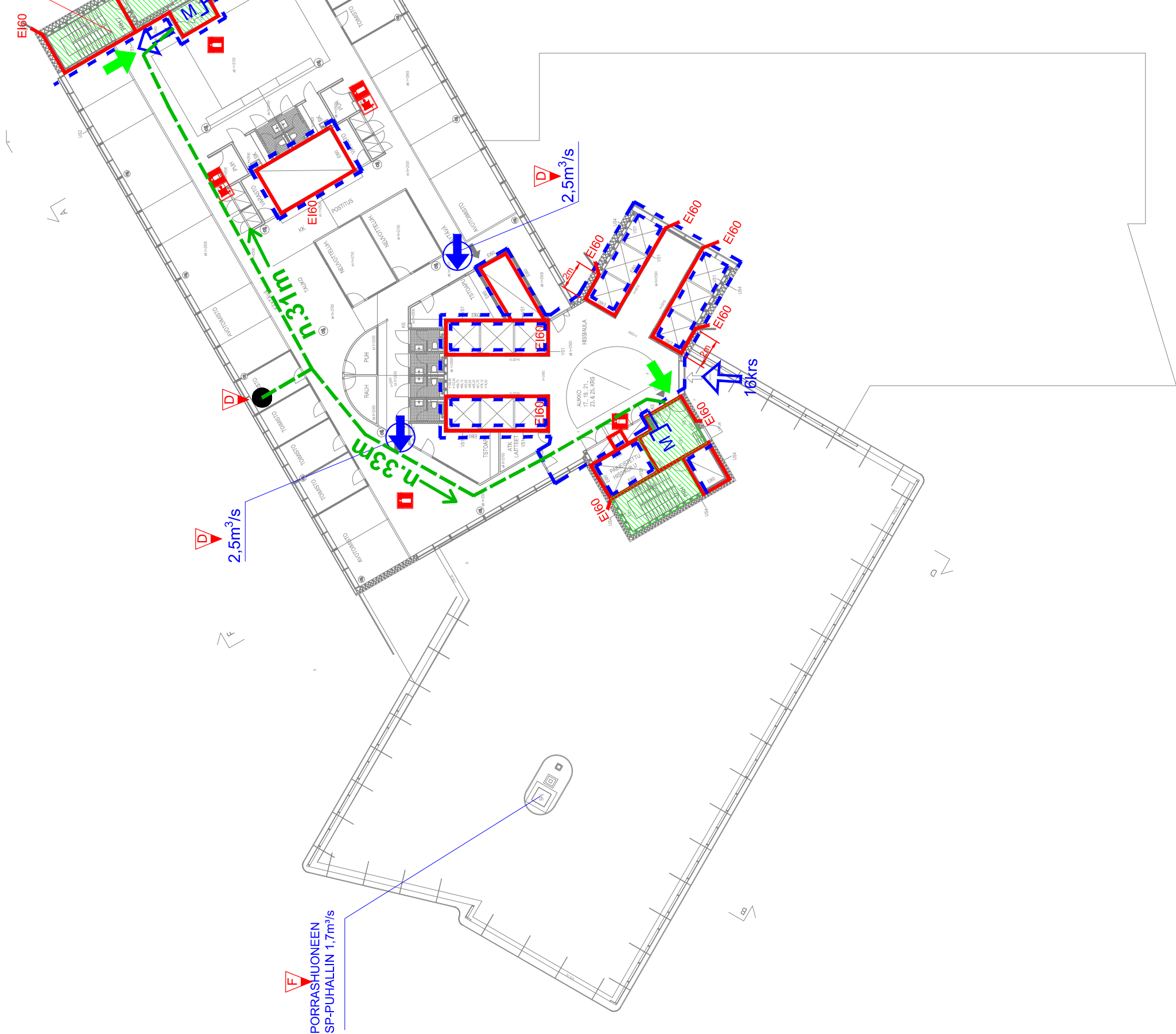
A3 / 1:300



MARKKU KAURIALA OY  
Piiispanttilankuja 6C, 02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630, Fax. 09-27647430  
PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO



**PALULIA JA SAVULIA  
SUOJATTU ULOSKÄYTÄVÄ**







AUTOMAATTINEN SAMMUTUSLAITTEISTO,  
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN JA  
ALKUSAMMUTUSKALUSTO.

PORRASHUONEET JAETAAN OMIN PALO-OASTOIHIN TEKNIKISTEN KERROSTEN KOHDALLA. ELI YHDESSÄ PALO-OASTOSSA ON N. KAHDEKSEN KERROSTA JA TEKINEN KERROS. EI. PORTAISIA KUSSAKIN OASTOSSA ON KONEELLIIN SAVUNPOISTO JA KORVAUSILMA.



2,5m<sup>3</sup>/s  
HISSIAU  
SP-PUH

2,5m<sup>3</sup>/s  
HISSIAULAN JA HISSIKUILUN  
SP- PUHALLIN KATOLLA.

2,5m<sup>3</sup>/s  
HISSIAU  
SP-PUH

- ## PÄIVITYKSET

ja piirustusmerkintöihin

paloteknisiä merkintöitä

täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

**G:** Päivitetty savunpoistoa ja osastointeja

**I:** Päivitetty osastointeja ja täsmennetty

**J:** Päivitetty osastointeja ja savunpoistoa

**K:** Täsmennetty paloteknisiä merkintöjä

KEILANIEMI TOWER

[illegible]

16.6.2014 A

**MADIKU KAI**

01 075 300 5030

PALOIEKNINEN INSINOOF